

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О. В. Гондляр

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 133 - Галузеве машинобудування

**на тему: « Форматор-вулканізатор з модернізацією механізму
управління діафрагмою»»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи ЛП-71мп

Омелянєнко Олександр Володимирович _____

Керівник:

Доцент,

Івїцький І. І. _____

Консультант з розділу модернізація

доцент каф. ХПСМ,
д.т.н., доц. Щєрбїна В.Ю.

Рецензент _____

Засвідчую, що у цїй магістерській
дисертації немає запозичень з праць
їнших авторів без відповідних
посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

«__»_____2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Омеляненко Олександр Володимирович

1. Тема дисертації «Форматор-вулканізатор з модернізацією механізму управління діафрагмою», науковий керівник дисертації Івіцький Ігор Ігорович, доцент, затверджені наказом по університету від «__»_____20__ р. №_____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження - механізм управління діафрагмою

4. Вихідні дані: розмір - 650-55-15, Спосіб обігрівання – камерний, найменша висота форми – 250 мм, Внутрішній діаметр камери – 1310 мм, Найбільший тиск в діафрагмі – 2,8 МПа, Найбільший тиск в камері – 0,35 МПа, , габарити машини - 3700x3400x4350 мм, маса машини – 32000 кг

5. Перелік завдань, які потрібно розробити. Пояснювальна записка повинна мати наступний вигляд: зміст, вступ, призначення та галузь застосування виробу який проектується, технічна характеристика базового обладнання, список конструкції базового обладнання, основні частини та принципу дії, літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації, розділ «Автоматична система управління», розділ «Охорона праці та навколишнього середовища». Література, додаток: таблиця «Перелік розглянутих патентів». Розділ «Розрахунки» має включати:

розрахунки які підтверджують працездатність та основні геометричні розміри: на міцність, кінематичні та параметричні, теплові, розрахунки, що підтверджують надійність. Розділ «Технологія монтажу та експлуатації»: технологія збирання складальної одиниці, технологія складання машини, змащення машини та література.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу. Технологічна схема лінії або загальний вигляд обладнання, креслення вузлів обладнання (2-3 листа), креслення модернізованих вузлів (2 листа), схема автоматизації (1 лист), плакати ілюстрацій результатів виконаних розрахунків і програм конструкторського проектування (1-2 листа)

7. Орієнтовний перелік публікацій. Дві теза на VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Монтаж та експлуатація	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Титульні листи. Завдання. Календарний план. Реферати з ключовими словами (українською та іноземною мовами). Перелік позначень, скорочень. Зміст дисертації..		
2	Пояснювальна записка: - вступ - опис базової машини - патентно-літературний огляд - таблиця розглянутих патентів - вибір і обґрунтування модернізації		
	- автоматизація		
	- техніка безпеки		
	- розробка стартап-проекту і оцінкою техніко-економічних показників модернізації,		
	- висновки щодо модернізації,		
3	Розрахунки		
	-кінематичні, параметричні, теплові розрахунки, розрахунки на міцність та інші. -програма та результати розрахунків. -3D модель деталі чи вузла. -візуалізація результатів розрахунків		
4	Технологія монтажу та експлуатації...		
5	Загальний висновок		
	Список посилань		
6	Додатки (специфікації, таблиці, авторські статті, тези, доповіді, заяви на винахід, патенти, та інші досягнення)		
	Графічна частина		
1	Технологічна лінія		
2	Загальний вигляд машини		
3	Складальне креслення вузлів		
4	Складальне креслення вузлів		
5	Модернізації (2). Складальні креслення.		
6	Розрахункова 3D модель		
7	Результати розрахунків		

Студент

О. В. Омеляненко

Науковий керівник дисертації

І. І. Івіцький

РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки і проектування - форматор-вулканізатор бег-о-матік з модернізацією механізму управління діафрагмою .

Мета дисертації - розрахунок і проектування, згідно з технічним завданням, форматора-вулканізатора для виготовлення автомобільних покришок, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і впровадження модернізації вузлів машини.

Методи розробки і проектування - проектувальні , розрахункові ; з використанням методики нормативних документів і чисельних методів.

У дисертації на тему „Форматор вулканізатор з модернізацією механізму управління діафрагмою“ приведено конструкцію і принцип роботи форматора-вулканізатора , розглянуто технічні параметри і характеристики машини, також проведено ряд розрахунків, необхідних для конструювання модернізованого форматора-вулканізатора.

На основі патентних досліджень обрано патенти, які найбільш підходять для модернізації механізму управління діафрагмою. Модернізація забезпечує спрощення конструкції форматора-вулканізатора, а отже зменшується час проведення ремонтних робіт, дана модернізація приведе до зменшення витрат на заробітну плату робітників, затрат на проведення ремонтних робіт, що являється більш вигідним рішенням, ніж використовувати базову модель обладнання.

**ФОРМАТОР-ВУЛКАНІЗАТОР, МЕХАНІЗМ УПРАВЛІННЯ ДІАФРАГМОЮ,
ВУЗОЛ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

РЕФЕРАТ

Объект разработки и проектирования - форматор-вулканизатор бег-о-матик с модернизацией механизма управления диафрагмой.

Цель диссертации - расчет и проектирование, согласно техническому заданию, форматора-вулканизатора для изготовления автомобильных покрышек, на основе существующих промышленных аналогов; определение возможностей и внедрение модернизации узлов машины.

Методы разработки и проектирования - проектировочные, расчетные; с использованием методики нормативных документов и численных методов.

В диссертации на тему „Форматор вулканизатор с модернизацией механизма управления диафрагмой" приведено конструкцию и принцип работы форматора-вулканизатора, рассмотрены технические параметры и характеристики машины, а также проведен ряд расчетов, необходимых для конструирования модернизированного форматора-вулканизатора.

На основе патентных исследований избраны патенты, которые наиболее подходят для модернизации механизма управления диафрагмой. Модернизация обеспечивает упрощение конструкции форматора-вулканизатора, а следовательно уменьшается время проведения ремонтных работ, данная модернизация приведет к уменьшению затрат на заработную плату рабочих, затрат на проведение ремонтных работ, является более выгодным решением, чем использовать базовую модель оборудования.

ФОРМАТОР-ВУЛКАНИЗАТОР, МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ДИАФРАГМОЙ,
УЗЕЛ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТЫ, ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ABSTRACT

Facility design and machine design casting shaper-vulcanizer with modernization of diaphragm control mechanism.

The aim of the dissertation calculation and design, according to the terms of reference, shaper-vulcanizer, based on existing industrial analogues; identifying opportunities and implementing modernization of machine components.

Methods of making and designing the design, calculation; using the technique of regulations and numerical methods.

In the dissertation entitled „, shaper-vulcanizer with modernization of diaphragm control mechanism ", given the design and the principle of shaper-vulcanizer, to consider the technical parameters and characteristics of the machine, as a number of calculations needed for construction machinery casting .

Based on patent research selected patents that are most suitable for modernization of diaphragm control mechanism. Modernization provides a simplified design shaper-vulcanizer, and consequently decreases the time of the repair work, this modernization will lead to a reduction in the cost of workers' wages, for repairs costs, it's more cost-effective solution than using a basic model equipment.

SHAPER-VULCANIZER, DIAPHRAGM CONTROL MECHANISM,
MACHINE COMPONENTS, CASTING, MODERNIZATION, SETTLEMENT,
PATENT RESEARCH

Зміст

	стор.
Вступ	2
1. Призначення та галузь застосування виробу який проектується.....	3
2. Технічна характеристика базового обладнання.....	7
3. Опис конструкції базового обладнання, основні частини та принципу Дії.....	8
4. Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації.....	11
5. Автоматична система управління.....	23
6. Стартап проект.....	27
7. Охорона праці та навколишнього середовища	44
Література	56
Додаток: таблиця «Перелік розглянутих патентів»	

					ЛП71мп.08296.01-70ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Омеляненко				Форматор-вулканізатор з модернізацією механізму управління діафрагмою	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Івиський							
Керівник.						НТУУ 'КПІ ім. І. Сікорського' ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.								

Вступ

Темою дисертації є модернізація форматорів-вулканізаторів типу бег-о-матік, призначених для виробництва шин.

Форматори-вулканізатори набули широкого поширення в шинній промисловості більшості країн, що виробляють покриття пневматичних шин. З їх створенням вдалося позбавитися багатьох трудомістких операцій, пов'язаних із застосуванням ручної праці, і суттєво інтенсифікувати процеси формування та вулканізації.

Операції формування і вулканізації покриттів виконуються в одній машині, що виключає потребу в установленні допоміжних механізмів, як це необхідно при вулканізації в пресах автоклава і індивідуальних вулканізаторах. Деякі конструкції форматорів-вулканізаторів механізовані та автоматизовані і можуть працювати на автоматичному циклі. У таких машинах від завантаження сирих до вивантаження вулканізованих покриттів всі процеси проводяться автоматично за допомогою командних приладів і засобів автоматики за заданою програмою.

За принципом дії форматори-вулканізатори діляться на три групи:

- а) форматори-вулканізатори з висувною діафрагмою типу бег-о-матік;
- б) форматори-вулканізатори з діафрагмою автоформ, що забирається;
- в) форматори-вулканізатори без діафрагми.

Зберігаючи загальний принцип пристрою, кожна група всередині має багато різних модифікацій і типорозмірів, окремих механізмів, що відрізняються конструктивним виконанням, розмірами або загальною компоновкою механізмів і ступенем автоматизації.

1 Призначення і галузь застосування форматорів-вулканізаторів

Відмітною особливістю форматорів-вулканізаторів типу бег-о-матік є м'яка висувна діафрагма, що заміняє варильну камеру і не відділяється від машини під час вивантаження вулканізованої покришки. Застосування такої діафрагми дало можливість сумістити в одній машині формування і вулканізацію і виймання діафрагми під час вивантаження вулканізованої покришки, а також створити сприятливіші умови прогрівання покришки як зсередини, так і ззовні. Можливість циркуляції перегрітої води в діафрагмі, а також контролю та регулювання температури і тиску її дозволяє вести процес вулканізації строго за заданим графіком, що служить доброю передумовою отримання покришок високої якості. Останнє є найважливішою перевагою форматорів-вулканізаторів перед всіма відомими апаратами вулканізації.

Залежно від розмірів покришок, для вулканізації яких призначені машини, форматори-вулканізатори мають різні модифікації. Так, наприклад, англійська фірма Френсіс-Шоу-Макнейл і французька фірма Репіке виготовляють форматори-вулканізатори типу бег-о-матік 36", 40", 45", 47 1/2", 50", 55", 75" і 88" з різними типами приводів і способами зовнішнього обігріву прес-форм, а також одне або двомісні.

Французька фірма Репіке виготовляє форматори-вулканізатори типу бег-о-матік 230-40-111/2, 450-55-14М4, 450-55-16М4, 450-55-16ТВ М1 і 900-75-25М1 з характеристиками, що відповідають машинам фірми Френсіс-Шоу-Макнейл. Вони відрізняються від машин фірми Френсіс-Шоу-Макнейл деякими незначними конструктивними змінами окремих механізмів, а також приладів автоматики.

Західнонімецькі фірми Герберт і Хрїштїанзен і Майер випускають форматори-вулканізатори типу бег-о-матік, але дещо іншої конструкції, ніж англійська і французька фірми, і переважно з плитовим обігріванням.

Наші вітчизняні заводи випускають форматори-вулканізатори типу бег-о-матік розмірами 40, 55, 75 і 88" з камерним обігріванням.

Для мотоциклетних і малих розмірів покришок виготовляють форматори-вулканізатори 36" із розпірним зусиллям 150, 175 і 230 тис. англійських фунтів (68, 79 і 104 т) на одну прес-форму. У них всі процеси вулканізації автоматизовані, і робота на цих форматорах-вулканізаторах полягає тільки в завантаженні сирих покришок, решта операцій виконується командним приладом за заданою програмою. Завантаження сирих покришок проводять вручну, оскільки механізація і автоматизація її створює відомі труднощі внаслідок малої стійкості форми заготовки. Покришки малих розмірів після знімання з складального барабана, і особливо під час транспортування, втрачають свою циліндрову форму і сплющуються, що утрудняє автоматизацію надягання їх на завантажувальні пристрої і на діафрагму.

Обігрівання прес-форм передбачене плитове, камерне і установлення прес-форми з власною обігрівальною сорочкою.

Для вулканізації покришок легкових автомобілів випускають форматори-вулканізатори декількох розмірів. У форматорах-вулканізаторах 40" вулканізують покришки до розміру 10.00-13. Для вулканізації покришок цього діапазону форматори-вулканізатори виготовляють на розпірне зусилля 230 і 300 тис. англійських фунтів (104 і 136 т), що дозволяє доводити тиск перегрітої води в діафрагмі до 2,5 МПа.

Завантаження сирих покришок механізоване і проводиться механізмами, виконаними в декількох варіантах. Форматори-вулканізатори 40" бувають з вертикальним завантажувальним пристроєм; цей пристрій проводить завантаження покришок, приймаючи їх знизу, куди вони подаються внутрішньоцеховими транспортними засобами. Робітник ставить покришку на спеціальний стіл і включає завантажувальний пристрій, який бере покришку в розпір по внутрішньому діаметру, піднімає вертикально вгору, встановлює вздовж осі діафрагми і скидає. Покришка падає на діафрагму, а завантажувальний пристрій йде в початкове положення і вмикає електродвигун приводу для закривання камер і формування покришки.

Подальші процеси протікають автоматично. Таке завантаження є тільки механізованим, оскільки вимагає застосування ручної праці.

Інша конструкція завантажувального механізму передбачає прийом сирих покришок зверху. Цей варіант завантажувального пристрою дозволяє повністю автоматизувати завантаження і вбудовувати форматори-вулканізатори в автоматичні лінії, де ручна праця повністю виключається.

У форматорах-вулканізаторах 45" вулканізують покришки до розміру 7.50-20. Машини випускають в декількох варіантах за схемами моделей М1, М2, М3, М4 і М5, причому в кожній моделі передбачені різні способи обігрівання прес-форми: плитовий, камерний і сорочковий, а також різні розпірні зусилля: 275, 300; 350 тис. англійських фунтів (125, 136 і 159 т). Така різноманітність моделей і виконання пояснюється великим попитом на них для масових і унікальних покришок середнього розміру, які в західних країнах складають великий відсоток в загальному масштабі шинного виробництва, а також прагненням до строгої економічності виробництва. Форматори-вулканізатори 50" із розпірним зусиллям 365 тис. англійських фунтів (165 т) виготовляють однієї моделі М4 з камерним обігрівом прес-форм. Ця модель може мати пристрій для завантаження покришок, що працює на автоматичному циклі.

Для вулканізації покришок середнього розміру до 11.00-20 для вантажних автомобілів випускають форматори-вулканізатори 55" моделей М2, М4, М5, М6 і М7 з автоматичним завантаженням заготовок. Високі розпірні зусилля, що допускаються, дозволяють вулканізувати покришки за тиску перегрітої води в діафрагмі до 2,8 МПа, що позитивно позначається на якості покришок, особливо з поліамідним і металокардонним каркасами; цей розмір форматорів-вулканізаторів виготовляється з одним і двома приводами. Модель М2 не має пристрою для завантаження сирих, а також для видалення на відбіркового транспортера вулканізованих покришок. Пристрій для знімання вулканізованих покришок з діафрагми тільки піднімає

їх над діафрагмою, а знімання виконується маніпулятором, змонтованим для обслуговування декількох машин.

Така механізація завантаження вимагає більших витрат часу порівняно з автоматичним завантаженням і вивантаженням в машині моделі М4, а також і з іншими моделями, в яких завантаження виконується маніпулятором, а вивантаження - автоматичним пристроєм, що є у кожної машини.

За принципом форматорів-вулканізаторів 55" моделі М2 виготовляють форматори-вулканізатори 75 і 88" для великих розмірів покришок вантажних автомобілів. На відміну від форматорів-вулканізаторів 55" форматори-вулканізатори 75 і 88" випускають тільки з однією паровою камерою, оскільки великі розміри покришок і високі розпірні зусилля значно збільшують габарити деталей, що робить машину нетранспортабельною.

Фірма Герберт (ФРН) виготовляє форматори-вулканізатори аубо-36 і аубо-45, що дещо відрізняються від форматорів-вулканізаторів фірм Френсіс-Шоу-Макнейл і Репіке конструктивним оформленням механізмів, і лише з плитовим обігрівом. Ці машини не мають пристроїв для завантаження сирих покришок.

За всієї різноманітності типів і конструкцій форматорів-вулканізаторів найбільш досконалі конструкції фірми Френсіс-Шоу-Макнейл 40" моделей М3 і М4 і 55" моделей М4, М5, М6 і М7. Машини цих моделей найбільш автоматизовані і за умови гарного догляду забезпечують добру якість покришок, вимагають мінімальних витрат ручної праці і дають можливість досягти високої продуктивності праці вулканізаторників.

2 Технічна характеристика форматора-вулканізатора

Технічна характеристика форматора-вулканізатора, що проектується, наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

1. Розмір		650-55-15
2.Спосіб обігрівання		камерний
3.Розпірне зусилля	<i>H</i>	2948500
4 .Висота форми найменша	<i>мм</i>	250
5. Внутрішній діаметр камери	<i>мм</i>	1310
6. Найменший діаметр борта покришки	<i>дюйми</i>	15
7. Найбільший розмір покришки	<i>дюйми</i>	11,00 - 20
8. Найбільший тиск в діафрагмі	<i>МПа</i>	2,8
9. Найбільший тиск в камері	<i>МПа</i>	0,35
10. Час закривання преса	<i>с</i>	70
11. Крутний момент на валу двигуна	<i>Н·м</i>	214
12. Маса	<i>кг</i>	32000
13. Габарити (довжина x ширина x висота)	<i>мм</i>	3700x3400x43 50

3 Опис конструкції базового обладнання, основні частини та принципу дії (із загальним виглядом)

Розглянемо конструкцію форматора-вулканізатора типу бег-о-матік 55".

Ці форматори-вулканізатори відрізняються різноманітністю механізмів завантаження покришок. На складальному кресленні наведений форматор-вулканізатор 55" з механізмом завантаження, як у форматора-вулканізатора 40", тобто з прийомом сирих покришок з транспортної системи, розташованої поряд машин. Механізм складається з патронів 1, закріплених на поворотному валу 2, що приводиться в рух гідроциліндром 5 через рейку 3 і шестерню 4.

Для роботи форматорів-вулканізаторів з таким механізмом завантаження потрібне установлення транспортера-живильника, який одночасно виконує роль магазину для зберігання 6-8 сирих покришок. Механізми завантаження, що приймають заготовки покришок знизу, бувають із захопленням покришки за борт врозпір або з обхватом по протектору ззовні. Рідше зустрічаються механізми завантаження з маніпулятором-тельфером, встановленим над рядом машин.

Траверсу 6 роблять як литої, так і зварної конструкції, але переважають литі. Шафа 7 електроприладів схеми управління звичайно підвішена на станині, але в деяких зразках вона встановлена окремо поблизу машини в місці, зручному для управління і спостереження за станом покришок під час формування. У такому разі вона виконується як пульт управління. Для обігрівання покришок ззовні застосовують тільки камерний спосіб в парових камерах 8, оскільки обігрівання плитами покришок великих розмірів не забезпечує їх якості, а прес-форми для обігрівання паровими сорочками складні у виготовленні.

Гідравлічний циліндр 9 механізму вивантаження вулканізованих покришок прикріплений до балки 10, стягуючої щоки 11 станини 12. Редуктор 13 приводу встановлюється на раму, пов'язану із станиною.

Для зменшення швидкості опускання траверси під час формування покришок в привід вбудована додаткова відкрита зубчаста пара з шестерні і колеса.

Механізм 14 відриву покришок від нижніх півформ приводиться в дію одним гідроциліндром діаметром 200 мм, розташованим уздовж поперечної осі станини. Форматори-вулканізатори 55" виготовляють і одноформові, подібно до конструкції форматорів-вулканізаторів 75". Але одноформові зустрічаються рідко, оскільки вони неекономічні.

Схема роботи форматора-вулканізатора типу бег-о-матік наведена на рис. 3.1.

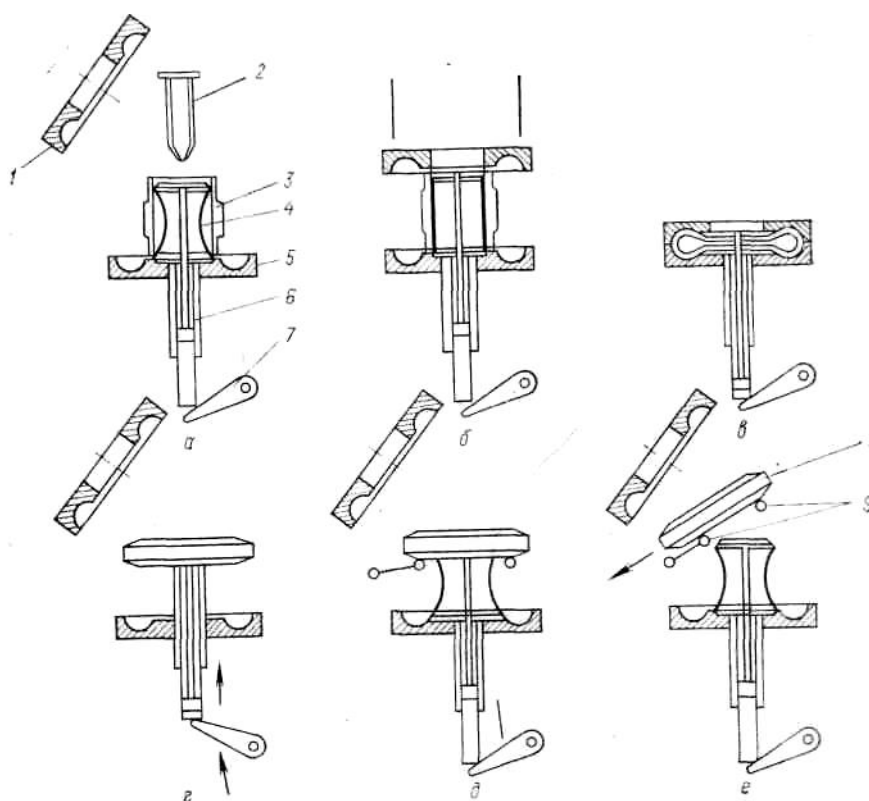


Рисунок 3.1. - Принцип роботи форматора-вулканізатора типу бег-о-матік:

а - початкове положення; *б* - початок формування; *в* - кінець формування і початок вулканізації; *г* - розкриття парової камери і підйом покришки; *д* - знімання покришки з діафрагми; *е* - видалення покришки; *1*- верхня півформа; *2* - завантажувач; *3* - заготівка; *4* - діафрагма; *5* - нижня півформа; *6* - циліндр; *7* - важіль; *8* - покришка; *9* - рольганг.

У початковому положенні (рисунок 3.1, *а*) діафрагма 4 розтягнута між верхнім і нижнім дисками. Сира покришка 3 скидається завантажувачем 2 на діафрагму і потрапляє нижнім торцем на півформу 5. При цьому верхня півформа 1 піднята під кутом до нижньої півформи. Далі півформа 1 переміщається вниз і закриває півформу 5 з одночасним подаванням пари під тиском 0,2-0,5 МПа в діафрагму. Під час зближення дисків відбувається розтягання обичайки діафрагми, яка формує покришку (рисунок 3.1, *б*). Потім йде витримка покришки на вулканізацію при подачі перегрітої води в діафрагму (рисунок 3.1, *в*). Після закінчення вулканізації півформа 1 відводиться, розкриваючи порожнину форми, а важіль 7 піднімає покришку (рисунок 3.1, *г*). Сполучаючи порожнину діафрагми з вакуумом, діафрагму повертають в початкове положення (рисунок 3.1, *д*), а покришка 8 скидається на приймальний рольганг 9 (рисунок 3.1, *е*).

4. Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації

Форматори-вулканізатори набули широкого поширення в шинній промисловості більшості країн, що виробляють покриття пневматичних шин. Одним з головних вузлів є механізм управління діафрагмою.

Під час пошуку було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії форматорів-вулканізаторів, його переваг і недоліків. Проаналізовані джерела [Ошибка! Источник ссылки не найден.-2]. В результаті аналізу конструкцій форматора-вулканізатора виявлені такі його недоліки: мала продуктивність, надійність, теплоподача. Для усунення цих недоліків і було проведено літературний та патентний огляд.

У [10] запропонований вулканізаційний дорн, що містить співісний встановлені з можливістю відносного переміщення диски, концентрично розташовані еластичні оболонки, торцями закріплені на дисках з утворенням герметичної кільцевої порожнини, і розміщені в останній заповнювач і що поздовжні армуючі елементи. З метою підвищення якості покриття і продуктивності дорна, армуючі елементи виконані у вигляді нерозтяжних гнучких стрічок, оснащених засобом для натягнення, і нагнаних на них жорстких вкладишів, що створюють головні і допоміжні блоки, які чергуються в окружному напрямі.

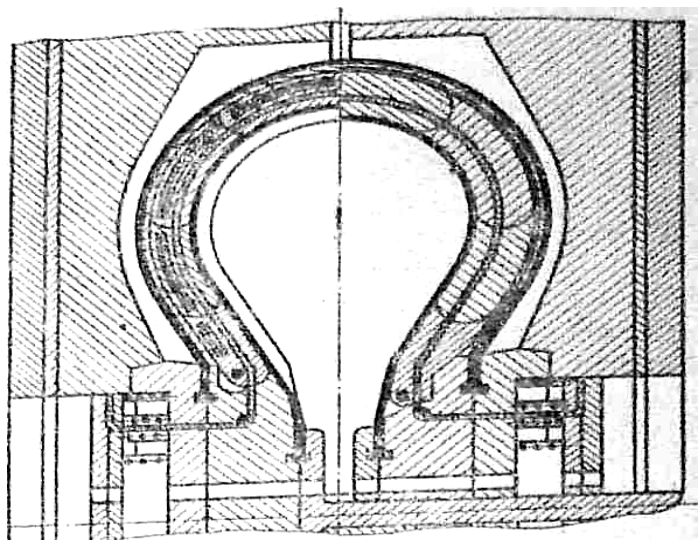


Рисунок 4.1 – Вулканізаційний дорн

Вкладиші головних блоків сполучені між собою в окружному напрямі нерозтяжними гнучкими поперечними стрічками, кінці яких встановлені у вкладишах з можливістю переміщення в них.

В цьому патенті було запропоновано покращення дорна, а саме виконані армуючі елементи у вигляді нерозтяжних гнучких стрічок, які нам дають покращення якості покришок.

У [12] запропонований механізм управління діафрагмою форматора-вулканізатора, що містить силовий циліндр зі встановленим в ньому аксіально рухомим поршнем, який має канали для проходу теплоносія і еластичну діафрагму, закріплену верхнім фланцем до поршня, а нижнім фланцем - до циліндра, і засіб для подачі робочих агентів. З метою підвищення надійності механізму в роботі, підпоршнева порожнина силового циліндра сполучена із засобом для подавання робочих агентів, а верхній фланець діафрагми виконаний меншим циліндра за діаметром для можливості заходу в надпоршневу порожнину останнього.

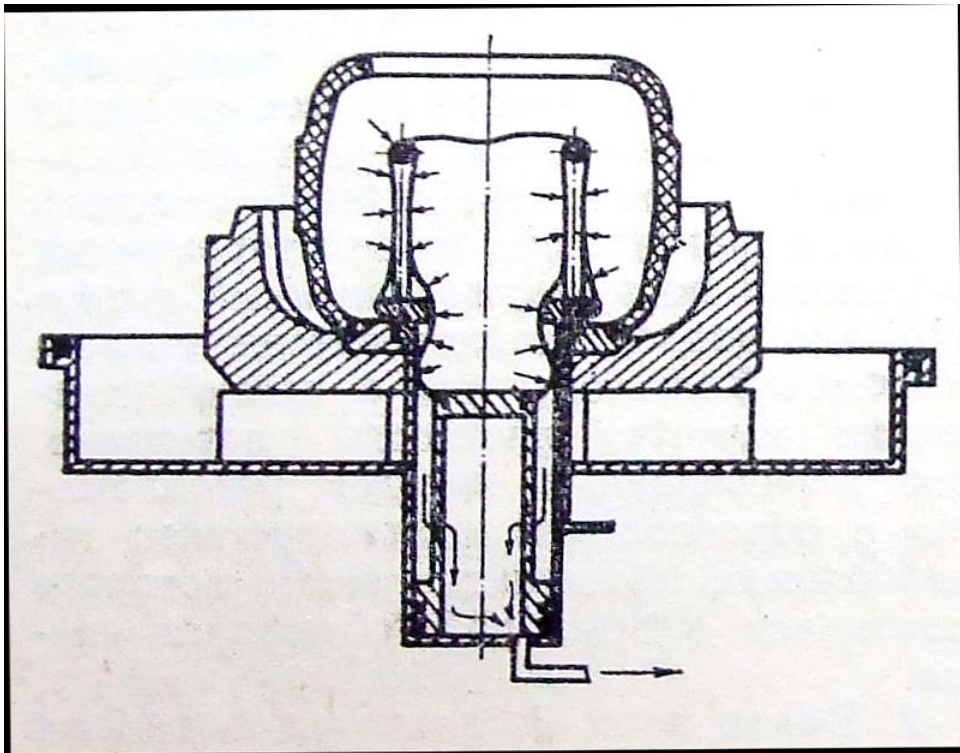


Рисунок 4.2. – Механізм управління діафрагмою

Ця модель нам дає підвищення надійності механізму в роботі, що є доцільним для даного агрегату.

Пристрій для вулканізації покриттів пневматичних шин [13] містить роз'ємну парову камеру зі встановленою в ній прес-формою, що складається з двох півформ. На кожній з півформ змонтована парова сорочка, що створює з паровою камерою повітряну порожнину, а з півформою - зовнішню гріючу порожнину, з'єднану трубопроводами з джерелами подачі і відведення теплоносія. З метою зниження енерговитрат на вулканізацію покриттів, парова сорочка виконана з подвійними стінками, що створюють між собою додаткову внутрішню гріючу порожнину, сполучену за допомогою каналів для підведення і відведення теплоносія з внутрішньою гріючою порожниною.

У литтєвій формі для покриттів пневматичних шин [15], з метою полегшення обслуговування форми, центральна частина нижньої півформи з кільцевим конічним виступом для взаємодії з пазами нижньої частини утворюючих тороїдальний сердечник секторів виконана у вигляді диска, а на нижній частині хвостовиків секторів виконані виступи для взаємодії з кільцевим пазом. Диск встановлений в нижній півформі з можливістю аксіального переміщення і має у підставі конічного виступу кільцевий паз.

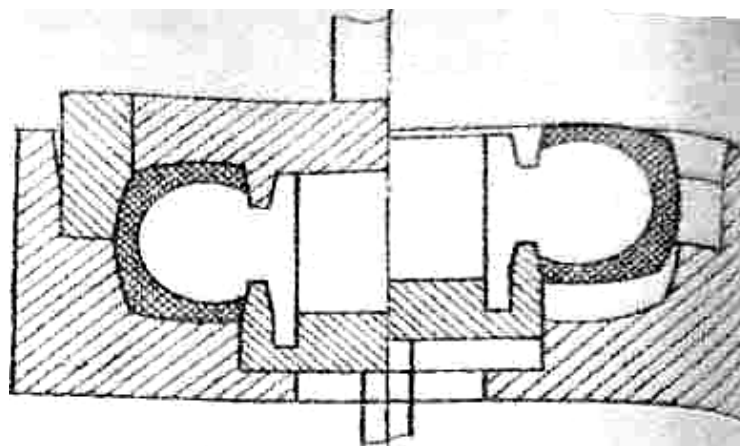


Рисунок 4.3. – Пристрій для вулканізації покриттів

Дана модель нам дає полегшення в обслуговуванні форми, що полегшує її ремонт.

У [16] запропоновано пристрій для виготовлення литих покриттів пневматичних шин, що містить литтєвий прес, закріплену на рухомій траверсі верхню півформу, зв'язану з його нерухомою траверсою нижню

півформу, утворений поворотними у вертикальній площині секторами тороїдальний сердечник і механізм для витягання секторів, що має аксіально рухому опору, зв'язані з останньою важелі, привід вертикального переміщення опори, засіб для повороту секторів. З метою підвищення надійності пристрою в роботі, підвищення якості покриттів, опора виконана у вигляді набору основ за кількістю секторів, привід вертикального переміщення опори виконаний у вигляді закріплених на нерухомій траверсі преса силових циліндрів, а важелі виконані Г-подібними і зв'язані жорстко довгими плечима з секторами, а шарнірно-кутовою частиною - з основами. Пристрій для повороту секторів виконаний у вигляді додаткових силових циліндрів, встановлених співвісно з можливістю аксіального переміщення і зв'язаних корпусами з штоками останніх і підставами, а штоками - з короткими плечима важелів.

На нерухомій траверсі преса змонтовані вертикальні стійки з напрямними для корпусів додаткових силових циліндрів.

Довжина вертикального плеча кожного важеля від осі його повороту до горизонтальної осі симетрії вектора вибрана такою, що перевищує три висоти вектора у вертикальній площині.

У [18] запропоновано пристрій для формування і вулканізації покриттів, що містить прес, прес-форму з нерухомою нижньою півформою, аксіально рухомою верхньою півформою і радіально рухомими секторами, еластичну діафрагму, верхній борт якої закріплений в затискному диску, а нижній - по периферії встановленого по осі пристрою приймального стакану, і співвісно розташовані силові циліндри для переміщення верхньої півформи, її бортового кільця і управління діафрагмою. З метою підвищення надійності пристрою в роботі він оснащений ковпаком із закругленим ободом для дії на діафрагму, який закріплений на верхньому торці штока силового циліндра управління діафрагмою і має всередині на куполі майданчик для взаємодії із затискним диском. Затискний диск оснащений плаваючою втулкою, яка концентрично встановлена на штоку циліндра управління діафрагмою.

Плаваюча втулка на нижньому торці має фланець для взаємодії з дном приймального стакана.

Фланець змонтований на плаваючій втулці з можливістю регулювання аксіального положення.

Привід переміщення верхнього бортового кільця оснащений упорами для взаємодії із затискним диском, а в ковпаку виконані отвори для проходу упорів.

У [19] запропоновано пристрій для виготовлення покриттів пневматичних шин, який відрізняється тим, що з метою підвищення продуктивності, він оснащений засобом для повернення діафрагм в початкове положення, виконаним у вигляді напівкільцевих частин, які змонтовані на перехідному вузлі з можливістю повороту у вертикальній площині і мають пази для взаємодії з радіальними ребрами перехідного вузла.

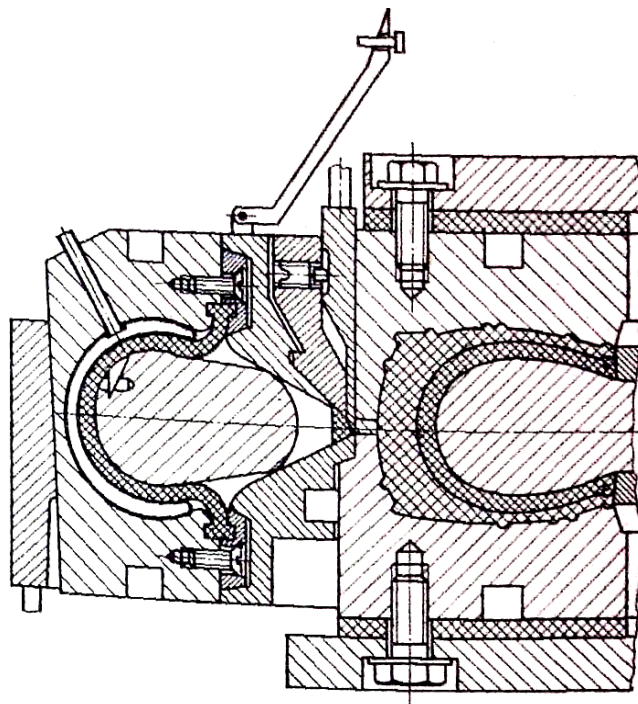


Рисунок 4.4. – Пристрій для виготовлення покриттів

Дана модель нам дає підвищення продуктивності тим, що він оснащений засобом для повернення діафрагм в початкове положення.

Пристрій для виготовлення покриттів пневматичних шин [20], з метою підвищення надійності в роботі, оснащений армованими діафрагмами, розташованими між герметичними камерами і еластичними діафрагмами і закріпленими разом з останніми по периметру на напівкільцевих елементах, і засобами для подавання робочого середовища під тиском в порожнини між армованими і еластичними діафрагмами.

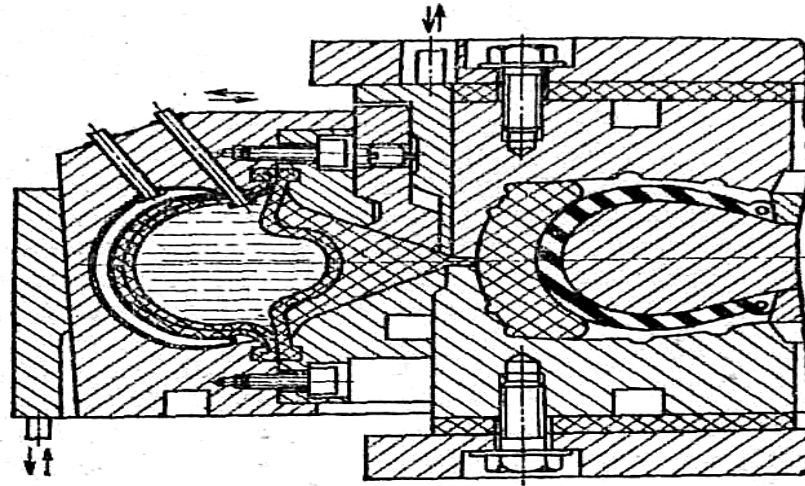


Рисунок 4.5. – Пристрій для виготовлення покриттів

Дана модель нам дає покращення надійності за рахунок оснащення армованими діафрагмами.

У [21] запропонована діафрагма для формування покриттів пневматичних шин, виконана у вигляді еластичної оболонки з бортами на торцях для кріплення на рухомих фланцях, армованої підсилювальними елементами, рівномірно розташованими в меридіональному напрямі. З метою підвищення працездатності діафрагми, крок розташування підсилювальних елементів визначається з наступного співвідношення:

$$t \geq \left(1 - 100 \frac{D_2 / D_1 - 1}{\varepsilon_p} \right)^{-1} \cdot d ,$$

де t - крок розташування підсилювальних елементів, м; D_2 - зовнішній діаметр діафрагми після формування, м; D_1 - зовнішній діаметр діафрагми перед формуванням, м; ε_p - нижня межа значення відносного подовження еластомерного матеріалу діафрагми при розриві %; d - діаметр підсилювальних елементів, м.

У [22] запропонована діафрагма для формування і вулканізації

покришок пневматичних шин, виконана у вигляді еластичної оболонки з фланцевими буртиками для кріплення. З метою збільшення довговічності діафрагм, на зовнішній бічній поверхні оболонки по її центру виконаний кільцевий виступ, утворений двома зрізаними конусами, зверненими один до одного більшими основами.

Діафрагмовий вузол для формування і вулканізації покришок [23] містить еластичну діафрагму, нижні затискні диски, верхні затискні диски і гайки. Збірка діафрагмового вузла здійснюється таким чином. У еластичну діафрагму встановлюється внутрішній нижній затискною диск. Борт еластичної діафрагми розправляється в пазу кільцевої проточки затискного диска і на нього встановлюється зовнішній нижній затискний диск і опорне кільце, вони стискаються, обжимаючи борт еластичної діафрагми в утвореному кільцевому пазу нижніх затискних дисків. На різьблення внутрішнього затискного диска нагвинчується гайка, яка затягується на різьбленні, під певним постійним зусиллям затягування забезпечує обжимання борту еластичної діафрагми в кільцевому пазу затискних дисків по всьому колу. Діафрагмовий вузол перевертається на 180^0 . У внутрішню порожнину еластичної діафрагми вводиться внутрішній верхній затискний диск, борт еластичної діафрагми розправляється в кільцевій проточці затискного диска і на нього встановлюється зовнішній верхній затискний диск, вони стискаються, обжимаючи борт еластичної діафрагми в кільцевому пазу верхніх затискних дисків. На різьблення внутрішнього затискного диска нагвинчується гайка, яка затягується на різьбленні під певним постійним зусиллям затягування і рівномірно по всьому колу обжимає борт еластичної діафрагми в пазу затискних дисків. Діафрагмовий вузол зібраний. При заміні зношеної діафрагми діафрагмовий вузол розбирається в зворотному порядку.

Форматор-вулканізатор для виготовлення ошипованих покриттів [26] містить стіл із закріпленими на ньому прес-формами, одна з яких виконана відкидною для забезпечення укладання ошипованої сирової шини в нижню частину закріпленої половинки прес-форми, що несе матрицю для формування малюнка протектора. Патрони механізму подачі і завантаження сирих ошипованих шин виконані поворотними для забезпечення орієнтування будь-якої шпильки на сирому протекторі заготовки, що подається, з положенням центру шпильки матриці прес-форми, відповідної цій шпильці на шині. На корпусі вулканізаційної камери змонтовано пристрій передачі вертикальних проекцій центру шашок прес-форми на патрон.

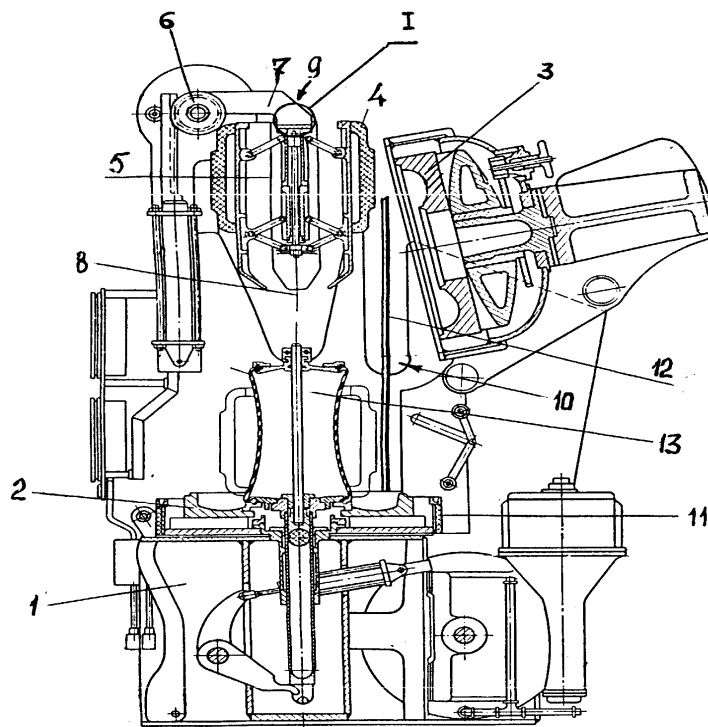


Рисунок 4.6. – Форматор – вулканізатор

Патрон також має фіксатор його положення після проведення кутового орієнтування.

В даному патенті показано як ми можемо покращити виготовлення ошипованих покриттів за рахунок забезпечення укладання ошипованої сирової шини в нижню частину закріпленої половинки прес-форми.

Форматор-вулканізатор для виготовлення ошипованих покриттів [27] містить вулканізаційну камеру з двома прес-формами у вигляді екваторіальних симетричних половинок або секторів, а також траверсу

завантажувача з двома патронами механізму завантаження заготовок з приводом з функцією подачі сирії шини до прес-форми столу і опускання сирії шини в її порожнину. Прес-форми є матрицею для утворення малюнка протектора у вигляді шашок. Одна з прес-форм закріплена на столі, а інша встановлена з можливістю відкидання. Для забезпечення кутової орієнтації заготовок сирих ошипованих покришок щодо прес-форм патрони виконані з можливістю обертання навколо своєї вертикальної осі і з можливістю фіксації в заданому кутовому положенні, а корпус вулканізаційної камери оснащений пристроєм передачі вертикальних проекцій центру шашок прес-форми на патрон.

Пристрій для оснащення форматорів-вулканізаторів [29] містить прес-форму, що нагрівається, і центральний гідропривід для взаємного пересування один щодо одного механізму управління діафрагмою і механізму відриву вулканізованих покришок від нижньої прес-форми. Останній оснащений для розміщення покришок нижнім бортовим кільцем, встановленим на циліндровому стакані. У днищі стакана виконано отвір для проходу штока. Шток сполучає механізм управління діафрагмою з діафрагмовим затиском, що висувається з циліндрового стакана. Затяжні диски діафрагмового затиску утримують кінці еластичної діафрагми, яка заповнюється гідравлічним енергоносієм. Останній поступає в діафрагму через сопла в затяжних дисках. Центральний гідропривід оснащений одним стаціонарно встановленим гідроциліндром. У гідроциліндр вбудовані нижній поршень з концентричним штоком і декілька ексцентричних, розчленованих, закріплених на кільцеподібному поршні штоків, які проходять через отвори, виконані у верхній кришці. Штоки жорстко сполучають діафрагмовий затиск з кільцеподібним поршнем, насадженим з можливістю переміщення один щодо одного на концентричний шток. Шток жорстко сполучає нижній поршень з циліндровим стаканом. Пристрій надійний в роботі, простий в експлуатації.

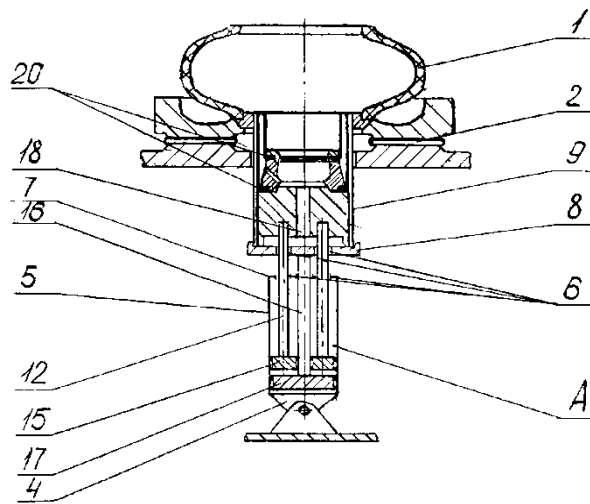


Рисунок 4.7. – Пристрій для оснащення

Дана модель дає нам надійність в роботі та простоту в експлуатації машини.

Обґрунтування запропонованої модернізації

До механізму управління діафрагмою ставиться багато вимог, які є наслідком умов експлуатації і технологічного процесу вулканізації, дотримання яких ставить машину в цілому на певний рівень технічної досконалості.

Винахід відноситься до області виготовлення пневматичних шин і може бути використано в вулканізаційних пресах для виготовлення покришок.

Відомі механізми управління діафрагмою форматора-вулканізатора, що містять пов'язаний штоком з приводом поршнем верхній диск кріплення бортів діафрагми і нижній диск, з'єднаний з циліндром, шток з поршнем який нерухомо укріплений щодо статини.

Недоліком відомого пристрою є наявність телескопічних з'єднань для підведення теплоносіїв в порожнину діафрагми, що ускладнює конструкцію механізму, знижує надійність в роботі через деформацію телескопічних труб і швидкого зносу ущільнень.

У запропонованому механізмі управління діафрагмою форматора-вулканізатора приводний поршень верхнього диска розміщений в

служачій для нього циліндром внутрішньої порожнини нерухомого штока, в стінках якого є канали для підведення теплоносіїв в порожнину діафрагми.

Це дозволяє зпростити підвід теплоносія в порожнину діафрагми за рахунок виключення телескопічних з'єднань.

На рис.4.8 показано описуваний механізм в положенні перед формування і вулканізацією; на рис.4.9 – в положенні після відриву завулканізованої покритишки від нижньої півформи.

Механізм управління діафрагмою форматора-вулканізатора включає зв'язаний штоком 1 з приводним поршнем 2 верхній диск кріплення бортів діафрагми і нижній диск, з'єднаний з циліндром 3, шток 4 який з поршнем 5 нерухомо закріплений відносно станини.

Нерухомий шток 4 складається з наружної і внутрішньої труби, між якими встановленні трубки 6, які служать для підводу теплоносіїв в порожнину діафрагми.

Механізм працює наступним чином.

В початковому стані рухомий циліндр 3 знаходиться в нижньому положенні. При подачі тиску в внутрішню порожнину нерухомого штока 4 поршень 2 і шток 1 переміщуються вгору, витягуючи діафрагму.

На діафрагму встановлюється заготовка покритишки і виконується процес формування, тиск під поршнем 2 знімається. Півформи закриваються і відбувається вулканізація. Після вулканізації і розкриття пресформи тиск подається під поршень 5, циліндр 3 піднімається вгору разом з нижнім бортовим кільцем і відриває покритишку від нижньої півформи. Після зупинки циліндра 3 в верхньому положенні тиск подається під поршень 2, діафрагма витягується і зжимається при з'єднанні її порожнини з вакуумною помпою. Після видалення покритишки механізм повертається в початкове положення.

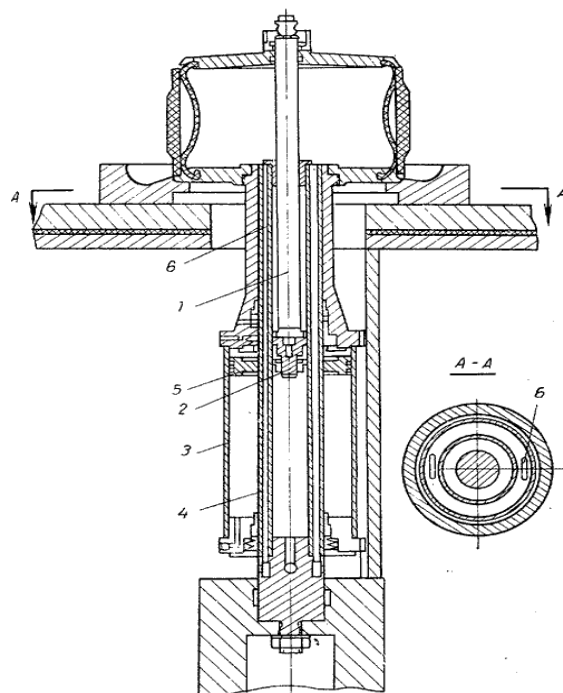


Рисунок 4.8. - Механізм управління діафрагмою в закритому положенні

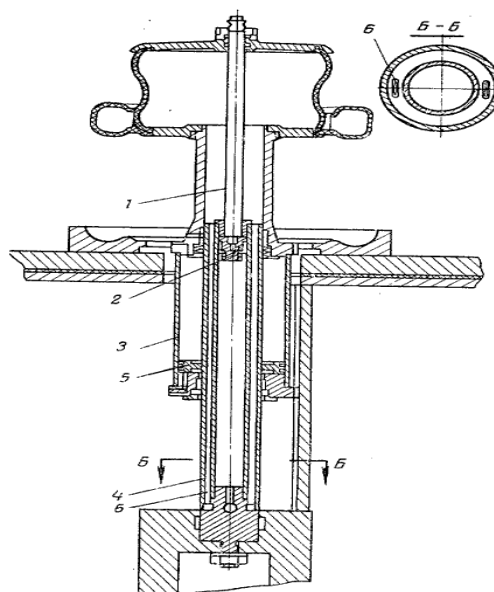


Рисунок 4.8. - Механізм управління діафрагмою в відкритому положенні

5 Автоматична система управління

У процесі виготовлення автомобільних покришок широкого застосування набули форматори-вулканізатори.

Відмітною особливістю форматорів-вулканізаторів типу бег-о-матік є м'яка висувна діафрагма, що заміняє варильну камеру і не відділяється від машини під час вивантаження вулканізованої покришки. Застосування такої діафрагми дало можливість сумістити в одній машині формування і вулканізацію і виймання діафрагми під час вивантаження вулканізованої покришки, а також створити сприятливіші умови прогрівання покришки як зсередини, так і ззовні. Можливість циркуляції перегрітої води в діафрагмі, а також контролю та регулювання температури і тиску її дозволяє вести процес вулканізації строго за заданим графіком, що служить доброю передумовою отримання покришок високої якості. Останнє є найважливішою перевагою форматорів-вулканізаторів перед всіма відомими апаратами вулканізації.

Аналіз процесу вулканізації як об'єкта автоматизації

Для вулканізації покришок середнього розміру до 11.00-20 для вантажних автомобілів випускають форматори-вулканізатори 55" моделей М2, М4, М5, М6 і М7 з автоматичним завантаженням заготовок. Високі розпірні зусилля, що допускаються, дозволяють вулканізувати покришки за тиску перегрітої води в діафрагмі до 2,8 МПа, що позитивно позначається на якості покришок, особливо з поліамідним і металокардним каркасами; цей розмір форматорів-вулканізаторів виготовляється з одним і двома приводами. Модель М2 не має пристрою для завантаження сирих, а також для видалення на відбіркового транспортера вулканізованих покришок. Пристрій для знімання вулканізованих покришок з діафрагми тільки піднімає їх над діафрагмою, а знімання виконується маніпулятором, змонтованим для обслуговування декількох машин.

Така механізація завантаження вимагає більших витрат часу порівняно з автоматичним завантаженням і вивантаженням в машині моделі М4, а також і з іншими моделями, в яких завантаження виконується маніпулятором, а вивантаження - автоматичним пристроєм, що є у кожної машини.

Призначення системи керування.

Функціональною схемою автоматизації передбачається:

- витрати в лінії охолодженої води, що надходить в камеру форматора-вулканізатора;
- витрати в лінії перегрітої води, що надходить в діафрагму;
- витрати на лінії вакууму на виході з діафрагми;
- тиск в лінії пара, що надходить в камеру;
- тиск в лінії охолодженої води, що надходить в камеру;
- температура в паровій камері;
- температура в прес-формі;
- температура пара, що надходить;
- температура перегрітої води;
- підвищення або пониження температури в камері вулканізатора;
- підвищення і зниження тиску на вході в камеру вулканізуючого пара;
- підвищення і зниження тиску в діафрагмі вулканізатора.

Перелік контурів керування, які входять до системи.

- контур регулювання температури та рівнів змащування;
- контур регулювання подачі води;
- контур регулювання співвідношення тисків;
- контур виміру якості готового матеріалу;
- контур керування двигуном.

Опис розробленої схеми автоматизації процесами формування і вулканізації покриття

Для контролю і керування процесами формування і вулканізації пристрій оснащується комплексом контрольно-вимірювальних і реєструючих приладів.

На функціональній схемі автоматизації показана схема установки приладів на розроблювальному форматорі-вулканізаторі ЛП41с.3060.006СА.

На даній схемі розглянутий автоматичний контроль, вимір і регулювання таких параметрів форматора-вулканізатора як витрати, температури та рівні змащування, і тиски.

Правильно надіта на діафрагму покриття забезпечує ввімкнення електродвигуна форматора-вулканізатора, який починає виробляти змикання половин парової камери. При деякому змиканні верхньої і нижньої половин камери за допомогою кінцевого вимикача закривається клапан на лінії вакууму, і ця лінія відключається від діафрагми. До мембрани клапана, встановленого на лінії подачі формуючого пара в діафрагму (клапан на лінії скидання формуючого пара відкритий), подається повітря, і вмикається реле часу. Через деякий час це реле, налаштоване на повне витіснення повітря з усієї системи і деякий її прогрів, забезпечує закриття клапана.

При подальшому закритті парової камери відкриється клапан на лінії подачі повітря для обдування прес-форми і покриття.

Не закривши повністю парову камеру, двигун форматора-вулканізатора зупиняється, при цьому клапан закривається. Одночасно діафрагма через клапан сполучається з лінією випуску формуючого пара.

Тиск знімають для того, щоб дати можливість діафрагмі та покритті зайняти правильне положення. Через деякий час, ввімкнене при зупинці парових камер, реле часу ввімкне двигун форматора-вулканізатора і парові камери будуть продовжувати закриватися. Знову відкриється клапан і відбудеться повторний обдув прес-форм. При подальшому закритті парової

камери припиниться подача формуючого пара в діафрагму і діафрагма сполучиться з лінією скидання формуючого пара. Таким чином запобігається сильне роздуття покриття і потрапляння протектора в стик полуформ.

Перед повним закриттям парової камери припиняється обдув прес-форми. У момент досягнення оптимального натягу в з'єднанні половин камери двигун форматора-вулканізатора зупиняється (за допомогою кінцевого вимикача), а командний електропневматичний прилад (КЕП) вмикається. При цьому закривається клапан на лінії скидання води, що охолоджує, який залишався відкритим від попереднього циклу. Одночасно через цей клапан парова камера з'єднується з лінією скидання конденсату. Відкривається клапан на лінії подачі пари, що гріє в діафрагму. Відкривається клапан і пропускає стиснене повітря від регулятора температури до мембрани регулюючого клапана на лінії пара в парову камеру. Цей регулятор починає регулювати температуру в паровій камері.

Після нетривалого прогріву покриття зсередини закривається клапан; закривається клапан на лінії циркуляції перегрітої води, і відкривається клапан на лінії її подачі.

Після закінчення вулканізації закривається клапан; при цьому повітря з мембрани клапана скидається в атмосферу, і клапан закривається. Закриваються клапани на лініях подачі та скидання перегрітої води, і відкривається клапан на лінії циркуляції перегрітої води (щоб уникнути її охолодження в підвідних трубах при відсутності споживання). Відкриваються клапани на лініях подачі та скидання води, що охолоджує. Відкривається клапан і починається охолодження прес-форм. Клапан спрацьовує, відключаючи вихід парової камери від конденсатовідводу і під'єднуючи його до лінії скидання води, що охолоджує.

Далі командний прилад вмикає двигун форматора-вулканізатора, парова камера починає відкриватися, і прилад вмикається. Як тільки парова камера починає відкриватися, вмикається живлення командного приладу стисненим повітрям і підключається стиснене повітря до

електропневматичних клапанів, що керуються кінцевими вимикачами форматора-вулканізатора. За допомогою клапана діафрагма з'єднується з лінією вакууму, на цьому вулканізація покритишки закінчується.

Для забезпечення безпечної роботи в схемі автоматизації передбачені реле тиску, які не дозволяють відкрити парову камеру, якщо камера або діафрагма знаходяться під тиском.

6 Стартуп проект

Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Головною ідеєю являється виготовлення високоякісної продукції, а саме шин для автомобілів.

Головною цільовою аудиторією являються: власники автомобілів.

Таблиця 1

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виготовлення шин	Автомобіль	Вища якість виготовленої продукції.

Головною відмінністю виготовлення даної продукції є забезпечення здешевлення готової продукції.

Технологічний аудит ідеї проекту

В даному розділі було проведено технологічний аудит в результаті якого було визначено можливість реалізації даного проекту.

Технологічна здійсненність ідеї проекту занесено до таблиці 2.

Таблиця 2

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Виготовлення шин автомобілів	Виготовлення на форматорах-вулканізаторах	Технологія присутня на ринку але потребує доробки	Згідно проведеним розрахункам технологія має перспективи розвитку та є доступною
2	Виготовлення шин для возів.	Виготовлення на форматорах-вулканізаторах (невелика за розмірами продукція)	Технологія присутня на ринку	Технологія доступна
Для реалізації даного проекту було обрано технологію №1				

Із таблиці 2 робимо висновок, що розвиток проекту має перспективи за рахунок удосконалення технології виробництва продукції, яка забезпечить вищу якість продукції.

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Аналіз присвячений продукції маркетингового середовища, яку можна охарактеризувати як промислове виробництво.

Товар, якому присвячено аналіз маркетингового середовища можна описати як:

- Розглядаються три рівні товару, його особливості. Товар за задумом: варіативність конструкцій та матеріалів. Товар у реальному виконанні: заздалегідь виготовлена продукція. Товар з підсиленням: фото

продукції з розміщенням її на біг-бордах та рекламою його в мережі Інтернет.

- Ринкова історія товару: з популяризацією і розвитком нових технологій і дизайнерських ідей. Велику популярність почали набирати товари, які більш відрізняються один від одного.

- Визначення етапу життєвого циклу товару: стадія зрілості (виходячи з практичного завдання 2).

Узагальнено розглядається динаміка розвитку галузі:

- Основні оператори ринку в Україні:

- 1) Россава;

- 2) Дніпрошина;

- 3) Валса;

- Економічні та соціальні тенденції ринку: Ринок можна описати як стабільний та такий, що потребує впливання нових сил та ідей.

- Характеристики ринку: ринок даної продукції в Україні є великим та має тенденцію до подальшого збільшення, а більшість його споживачів розміщені в великих містах України або за кордоном. Конкуренція на цьому ринку велика, але використання нових ідей суттєво її зменшує.

Організацію системи менеджменту можна побачити на рис.1

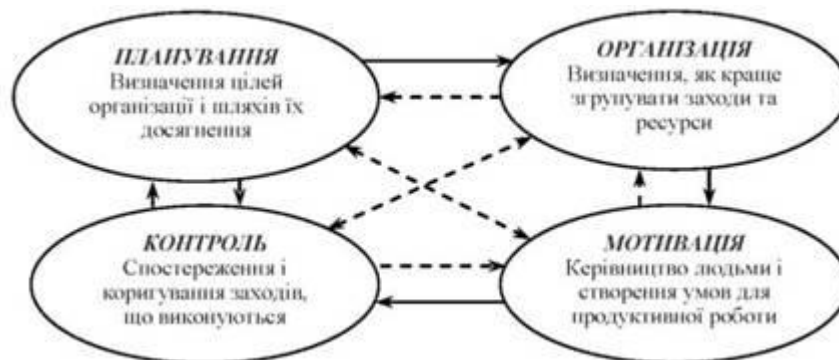


Рис.1 Система менеджменту

Ресурси які необхідні:

Фінансові – держ. кредит, вкладення інвесторів.

Виробничі та складські потужності – придбання агрегатів виробництва.

Технології – удосконалення існуючих.

Інформаційні – використання послуг рекламних агентств.

Трудові – постійні професійні працівники (75%) та наймані (25%).

Інтелектуальні – людські ресурси.

Правові – всі продукти і розробки охороняються законами про авторське право.

Проаналізувавши ринок виробництва шин в Україні за останні роки, можемо зробити висновок що дана продукція має великий попит.

Характеристика потенційних клієнтів стартап проекту наведено в таблиці 3

Таблиця 3

<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
Попит	Компанії перевізники Власники автомобілів	Ціна Якість Різноманіття в виборі продукції	До продукції: Співвідношення ціна/якість До компанії Швидкість, якість виробництва та доставки

Визначаємо основні фактори можливостей та загроз:

1. внутрішнього маркетингового середовища підприємства
2. фактор політико-правового середовища
3. фактор економічного середовища
4. фактор науково-технічного середовища
5. фактор природного середовища
6. вплив споживачів
7. вплив постачальників
8. вплив конкурентів

Фактори внутрішнього маркетингового середовища підприємства занесені в таблицю 4

Таблиця 4

Внутрішні фактори	Вплив фактору		Симптоми проблеми/можливості
	Можливості	Загрози	
Цільовий ринок	Високі ціни на кінцевий продукт	Потребує великих вкладів для входу на ринок	Збільшення кількості клієнтів за рахунок зменшення цін порівняно з конкурентами.
Територіальне базування компанії	—	Потребує велике приміщення	Відсутня можливість перенести офіс компанії будь-коли і будь-куди
Професійно-кваліфікаційний склад працівників	Не має потреби в великій кількості висококваліфікованих працівників	Висококваліфіковані кадри потрібні і мають бути добре забезпечені	За рахунок загальної економії на кваліфікації більшості співпрацівників забезпечити високі з/п кваліфікованим кадрам
Характер устаткування	Виробництво більш якісної продукції	Вихід із ладу агрегату	Великі початкові затрати.

Фактори політико-правового середовища занесені в таблицю 5

Таблиця 5

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Антимонопольні закони	Неможливість захоплення всього ринку однією компанією	Неможливість захоплення моєю компанією цілого ринку	Завжди наявне місце на ринку для розвитку нових представників, можливість зміни роботи ринку за рахунок нових технологій.
Міжнародні відносини з іншими країнами	Україна перебуває в гарних відносинах з більшістю країн	Ринки деяких країн закриті для збуту	Переміщення офісу в інші країни, зацікавленість інвесторів з інших країн.
Допомога держави.	Нові споживачі	-	Збільшення кількості кінцевих споживачів продукції
Закон України про рекламу	Дозволяє використовувати рекламу для додаткового доходу	-	Шляхом рішення може бути пошук недосконалостей і подальше їх використання.
Податки на капітал з закордону	-	Може відштовхнути інвесторів з інших країн	Рішенням може бути перекладання частини податків на себе.
Податкова система	Покращення матеріального стану країни	Грошові втрати	Пошук альтернативних доходів. Можливе перенесення в іншу країну.

Фактори економічного середовища занесено в таблицю 6

Таблиця 6

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Висока середня ціна, встановлена на ринку	Збільшує прибуток для компанії та дає змогу оперувати цінами.	Низька ціна може відштовхнути клієнта.	Можливість збільшувати ціну без значного збитку з боку клієнтів. Гарна реклама для приваблення клієнтів.
Платоспроможна цільова аудиторія	Велика кількість можливого прибутку від замовників	Фінансова неспроможність населення	Замовник готовий платити великі суми.
Висока конкуренція	Після зайняття свого місця в індустрії, впевненість в своїх силах.	Велика кількість конкурентів	Потрібно сконцентруватися на рекламі. Залежність від великих компаній
Високий вхідний капітал	Отримання держ. кредиту	Необхідність в великій кількості інвесторів	високий вхідний капітал
Термін окупності	-	-	В залежності від кількості замовлень

Фактори науково-технічного середовища занесено в таблицю 7

Таблиця 7

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Використання революційних ідей.	Новітні технології, менш затратні та більш продуктивні.	Постійне оновлення та покращення технологічного комплексу	Використання заощаджених коштів для оновлення.
Дорога автоматизація агрегату	Вища якість продукції	Висока ціна для купівлі готової системи	Аналіз ринку розробка нових конструкцій.
Постійний розвиток технологій.	Покращення роботи з її оновленням	Додаткові витрати для оновлення технологій	Може покращити якість

Фактори природного середовища занесено в таблицю 8

Таблиця 8

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Природні катаклізми.	Залежить від природних проблем	Вихід із ладу електромережі	Необхідність встановлення додаткових генераторів
Зміна клімату	-	Затрати на комунальні послуги.	Покращення технологій виготовлення виробів
Забруднення навколишнього середовища	Попит на матеріал відповідного характеру	Встановлення додаткових очисних фільтрів	Інвестування в розвиток «чистих» технологій.

Фактори впливу споживачів занесені в таблицю 9

Таблиця 9

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Зацікавленість споживачів в продукті.	Збільшення доходу	Велика кількість конкурентів	Зацікавленість як замовників так і споживачів кінцевого продукту веде до збільшення діапазону цін.
Великий попит на товар	Завжди є замовники	Конкуренція	Покращення реклами.
Безпосередній контакт з споживачем	Корегування якості продукту	Відмова від виробу	Пряме покращення продукції з огляду на споживача.

Фактори впливу постачальників занесені в таблицю 10

Таблиця 10

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Постачальник матеріалу	Збільшення випуску готової продукції	Втрати по виготовленню продукції	Заручитися підтримкою декількох постачальників
Електроцентрально	Альтернативні джерела енергії	Відмова роботи всієї мережі	Зменшення загальної кількості використовуваної енергії.

Фактори впливу конкурентів занесено в таблицю 11

Таблиця 11

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Велика конкуренція на ринку	Підвищення ціни на продукт	Витіснення з ринку. Втрата клієнтів.	Покращення продукту, збільшення частки реклами.
Висока якість	Перевага для замовника, порівняно з іншими конкурентами	-	Зменшення ціни за рахунок використання нових технологій.
Більший час на ринку	Аналіз ринку для уникнення помилок конкурентів	Повільний розвиток	Закріплення на ринку у ролі лідерів

Особливості конкурентного середовища:

1. Тип конкуренції – олігополія
2. За рівнем конкурентної боротьби – національна
3. За галузевою ознакою – внутрішньогалузева
4. Конкуренція за видам товарів – товарно-родова
товарно-видова
між бажаннями
5. За характером конкурентних переваг – нецінова
6. За інтенсивністю – не марочна

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером наведено в таблиці 12

Таблиця 12

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замітники
	Tarkett; Juteks; Armstrong; Grabo	Заводи з виробництва лінолеуму / реліну	Компанії з виробництва синтетичного каучуку та різних домішок	Промислові виробництва, фармацевтичні компанії, спортивні заклади	Паркет, ламінат, в деяких випадках не можливо замінити

Висновки: так як в даній галузі уже присутні компанії які мають великий вплив на ринку, вихід на даний ринок буде важким але реальним, оскільки жодна з компаній не використовує подібної технології виробництва до запропонованої а отже не може виготовляти настільки якісну продукцію. Клієнтська база є дуже великою так як в деяких випадках дана продукція просто не замінна.

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності наведені в таблиці 13

Таблиця 13

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Ціна	Можливість варіювати ціну за рахунок прибутку
2	Якість кінцевого продукту	За рахунок впровадження нової технології якість продукту збільшується
3	Якість компонентів	Більшість компаній економлять на цьому аспекті
4	Швидкість виробництва	Майже не відрізняється

5	Реклама	Важлива для швидкого виходу на ринок
---	---------	--------------------------------------

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін наведено в таблиці 14

Таблиця 14

№	Фактор конкурентоспроможності	Рейтинг товарів конкурентів порівняно з ВТ (Best tire)						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Ціна			▲	●■			
2	Різноманіття продукту		●■		▲			
3	Якість кінцевого продукту		■	●	▲			
4	Швидкість виробництва			▲●■				
5	Якість компонентів			●■	▲			
6	Реклама				▲●■			
7	Різноманіття продукції				■	●	▲	
8	Доставка		■	●	▲			
9	Можливість індивідуального замовлення				■	●	▲	
10	Технологія виробництва	■	●		▲			

▲ - Россава

■ - Дніпрошина

● - Валса

Виходячи з даної таблиці маємо:

Слабкі сторони: можливість індивідуального замовлення та різноманіття продукту.

Сильні сторони: технологія виробництва, швидкість виробництва та якість кінцевого продукту.

З цих даних робимо висновок, що підприємство має непогані перспективи розвитку, при необхідному фінансуванні а якщо зважати на

нову технологію виготовлення, за допомогою якої збільшується швидкість виготовлення та збільшується якість кінцевого продукту.

Формулювання управлінської проблеми. SWOT- аналіз подано в таблиці 15

Таблиця 15

<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<ul style="list-style-type: none"> -Використання новітніх технологій -Порівняно не висока ціна готового продукту -вища якість продукції 	<ul style="list-style-type: none"> -Велика кількість найманих працівників для співпраці -досвід -необхідність великого приміщення для роботи - великий стартовий капітал - велика кількість конкурентів
<i>Можливості</i>	<i>Загрози</i>
<ul style="list-style-type: none"> -Привабливість застосування нових технологій, що пришвидшує виготовлення продукту. -Універсальність застосування технології в будь-якій країні -Великий діапазон для встановлення цін на продукт, що веде до збільшення прибутку -вихід на провідні позиції 	<ul style="list-style-type: none"> -у великих підприємств є своя база клієнтів, яку необхідно буде переманити до себе - необхідність в капітало-вкладеннях

Управлінська проблема: проблема пошуку клієнтів, пошук інвесторів.

Альтернативні шляхи вирішення управлінської проблеми/ реалізації управлінської можливості:

1. Підвищення якості та кількості реклами.
2. Встановлення зручного цінового діапазону.
3. Великий простір для реклами.
4. Отримання держ. кредиту
5. Залучення інвесторів

Слабкі та сильні сторони альтернативних шляхів подано в таблиці 16.

Таблиця 16

Альтернативи	Слабкі сторони	Сильні сторони
Підвищення якості та кількості реклами	Збільшення витрат на рекламу	Конкурентна перевага, збільшення кількості клієнтів.
Встановлення зручного цінового діапазону	Можливі втрати порівняно з максимально можливою ціною при встановленні мінімальної	Додатковий дохід при правильному використанні можливостей.
Держ. кредит	Можлива відмова	Кошти на розвиток підприємства під не великий відсоток.
Інвестори	Можлива втрата контрольного пакета акцій	Додаткові кошти на розвиток підприємства

Найоптимальніший шлях вирішення управлінської проблеми є – збільшення долі реклами в загальному бюджеті підприємства та отримання держ. Кредиту

Розроблення ринкової стратегії проекту

Вибір цільових груп потенційних подано в таблиці 17.

Таблиця 17

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
1	Поодинокі замовлення	70	2	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукту

2	Держ. замовлення	50	3	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукту
3	Підприємства	95	35	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукту
4	Звичайні власники автомобілів	90	45	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукту

Визначення базової стратегії розвитку подано в таблиці 18.

Таблиця 18

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	<i>Стратегія диференціації</i>	<i>Ексклюзивний розподіл</i>	<i>Відмітні властивості товару</i>	<i>Стратегія розвитку</i>

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки подано в таблиці 19.

Таблиця 19

№	Чи є проект першопроходцем на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента і які?	Стратегія конкурентної поведінки?
1	ні	Компанія буде шукати нову цільову аудиторію та паралельно забирати споживачів у конкурентів	так	наступальна війна (Фланговий наступ)

Фланговий наступ. Гарний фланговий маневр має бути спрямований на незвідану територію, тактичний сюрприз має стати важливим елементом

плану, а переслідування конкурента так само важливе, як і атака. Наприклад, конкуренти IBM Honeywell у США розгорнули свою діяльність у віддалених штатах, які випали з поля зору лідера. Флангову атаку можна проводити низькою ціною, високою ціною (літаки та годинники Concord, автомобілі Mercedes та ін.), малим калібром (класичний приклад — автомобілі «фольксваген жук», малолітражні автомобілі), великим калібром, формою товару, меншою кількістю калорій.

Визначення стратегії позиціонування подано в таблиці 20.

Таблиця 20

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	практичність, ціна, якість.	Стратегія розвитку	Якість	Якість Практичність

Розроблення маркетингової програми стартап проекту

Ключові переваги концепції потенційного товару наведено в таблиці 21

Таблиця 21

<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
Автомобільні шини	Висока якість	Якість та швидкість виготовлення

Опис трьох рівнів моделі товару наведено в таблиці 22

Таблиця 22

Обрана альтернатива розвитку проекту	Сутність та складові
I. Товар за задумом	покращення якості готового продукту, збільшення виробництва за рахунок зменшення кількості планових ремонтів.
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики 1. Форматор-вулканізатор з модернізованим механізмом управління діафрагмою

	Якість: відповідає Європейським нормам та ДСТУ.
	Марка: «Best tire»
III. Товар із підкріпленням	До продажу: Вибір продукції
	Після продажу: доставка
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: за рахунок нової технології виготовлення	

Формування системи збуту наведено в таблиці 23

Таблиця 23

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, як і має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Клієнти хочуть на власні очі бачити продукцію перед закупівлею, потребують доставки, консультацій	Гарантія Доставка	Нульовий рівень. Підприємство виготовляє повністю готовий і якісний продукт	Власна система збуту з залученням реклами та мас-медіа

Концепція маркетингових комунікацій наведено в таблиці 24

Таблиця 24

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Орієнтована на швидке та ефективне	Спілкування як онлайн (сайти, соц. мережі) так і	Якість залежить від ціни; Тривале	Ефективна демонстрація переваг	Офіційний стиль. Наочна

спілкування, бажано спеціалізоване	оффлайн (зустрічі, телефонні розмови, виставки тощо). Друкована продукція (каталоги, спецвидання). Документальне оформлення домовленостей	партнерство = лояльні ціни; Вчасно, ефективно і економно.	продукції залежно від напрямку зацікавленост і клієнта	демонстрація даних (розрахунки, графіки, діаграми). Призначення зустрічей.
--	---	---	--	--

Висновок: з даного стартап проекту ми бачимо, що ця ідея є реалізуємо, на яку нам потрібно кваліфіковані робітники, гарну рекламу та не малу суму грошей. Ми можемо звертатися до інвесторів або брати держ. кредит.

7 Охорона праці та навколишнього середовища

Будь-яке реальне виробництво, супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний ризик. Запровадження нових технологій та процесів, що спрямовані на полегшення праці чи підвищення її безпеки, часто пов'язане з появою нових чинників, що є загрозою життю та здоров'ю працюючих. Тому розроблені безпечні, нешкідливі умови для працівників під час виконання ними трудових обов'язків.

Темою дипломного проекту є «Форматор-вулканізатор з модернізацією механізму управління діафрагмою». Основою створення безпечних умов праці є чіткі знання небезпечних і шкідливих факторів, пов'язаних з конкретним виробництвом, їх впливу на організм людини, вимог нормативних документів щодо обмеження цього впливу і методів захисту працюючих. Установку обслуговує оператор, який знаходиться в цеху, площа якого $S = 100 \text{ м}^2$ і об'єм $V = 1200 \text{ м}^3$. Лінія знаходиться на стадії експлуатації.

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами є:

- небезпека враження електричним струмом;
- шум і вібрація;
- промислове освітлення;

- пожежна безпека;

Небезпека враження електричним струмом

Форматор-вулканізатор, що розробляється в проєкті буде знаходитись в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Підлога приміщення залізобетонна.

Електричне устаткування на проєктованій установці живиться від 3-х фазної провідної електричної мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю напругою 220/380 В і частотою 50 Гц.

Основні причини враження електричним струмом наступні:

- поява напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, унаслідок помилкового включення установки;
- виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання проводу на землю;
- поява напруги на металевих конструктивних частинах електроустаткування - корпусах, кожухах і т.д. у результаті ушкодження або старіння ізоляції та з інших причин;
- випадковий дотик чи наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходиться під напругою.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів.

Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення. Заземлення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухо заземленим вводом джерела однофазного струму, з глухо

заземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму. Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1.030 – 86.

Опір ізоляції повинен бути не менше 0,5 МОм.

Електрична апаратура, встановлена всередині робітничих приміщень, повинна мати ступінь захисту $I_p = 51$ (ГОСТ 14254-80).

Ізоляція провідників вимірюється мегаамперметром П044Т У25-0.4-1970-80.

Основні заходи і засоби від ураження електричним струмом:

- ізоляція струмопровідних частин пульта керування, як ізолюючий матеріал вибираємо поліхлорвініл (питомий електричний опір 10^4 МОм·м, пробивна напруга 6-15 кВ/см);
- недоступність струмоведучих частин – розміщення їх на недосяжній висоті або за огорожею;
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- в аварійному режимі застосовується захисне занулення;
- рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;
- орієнтація в установках – маркування для розпізнавання призначення і приналежності частин обладнання, кабелів і проводів, застосування попереджувальних сигналів, надписів, табличок для вказання на ввімкнений стан обладнання, знаків високої напруги для попередження враження струмом.
- при роботі з електроінструментом, потрібно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і калоші, гумові килимки, ізольовані підставки.

Забороняється:

- проводити роботи на незанулених вузлах лінії;
- проводити ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- залишати лінію, що працює без нагляду;

- допускати до роботи людей, які не пройшли навчання і не були ознайомлені з правилами техніки безпеки на виробництві.

З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів обережності:

- рубильники вмикання установки повинні знаходитися в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку попадання людини під напругу;
- на панелі управління передбачити спеціальні лампи включення установки.

Вимоги до засобів захисту, їх конструкції та обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад виконано у відповідності до вимог ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів" (у подальшому Правила). Засоби захисту, що використовуються в електроустановці, відповідають вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції.

Електрозахисні засоби зберігаються у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічного ушкодження, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, масла тощо.

Занулення установки виконується відповідно ГОСТ 12.1.030-81.
Струм нульового проводу за умов короткого замикання:

$$I_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{r_0 + z_0} = \frac{220}{0,4 + 0,2} = 370 \text{ А.}$$

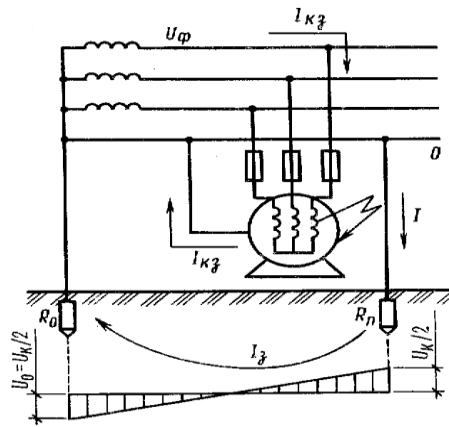


Рисунок 7.1 – Схема занулення електрообладнання у трифазній мережі

Шум і вібрація

Джерелом шуму при роботі обладнання є електродвигуни. Загальний рівень шуму становить $L = 96 - 98$ дБА.

Для зменшення виробничого шуму передбачено проведення наступних заходів:

- встановлення екранів ($\Delta L = 15$ дБА);
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться ($\Delta L = 6$ дБА);
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом ($\Delta L = 8$ дБА).

Фактичні показники шуму 70 дБА, що відповідає ДСН 3.36.037-99.

Персонал, що обслуговує насосне відділення, забезпечити індивідуальними засобами захисту – м'які прогумовані вкладиші, тампони з ебоніту чи гуми, які знижують шум на 18-20 дБА.

Джерелом вібрації являються електродвигуни і обертаючі частини лінії. Вібрації виникають внаслідок неточності установки обертаючих частин, нещільного з'єднання корпусів обертаючих частин до фундаменту.

Рівень технологічної вібрації у приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99.

Це досягається наступними заходами:

- обладнання лінії встановлено на фундаменти, маса яких набагато перевищує масу встановленого обладнання;
- використання гумових прокладок в якості амортизаторів;
- проектування додаткових ребер жорсткості.

Для захисту рук від впливу загальної вібрації передбачене взуття на товстій гумовій підошві, відповідно до ГОСТ 12.4.002-74.

Для контролю рівня шуму і вібрації передбачений прилад ВШВ-003 і шумо-віброзамірний комплекс ШВК-1.

Сумарний час роботи в контакт з вібрацією не перевищує $2/3$ робочої зміни. Тривалість неперервної дії вібрації не перевищує 15 – 20 хв. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

Промислове освітлення

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБНВ 2.5-28-2006 залежно від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкта розрізнення, розряду зорової роботи (I-VIII), системи освітлення, характеристики фону, контрасту об'єкта розрізнення з фоном.

У денний час у приміщенні операторської передбачено природне освітлення. В операторській є 2 вікна розмірами 1,5х2,3 м. Відповідно БНіП, роботи, які виконуються в операторській, відносяться до IV розряду зорових робіт, підрозділу зорових робіт – в.

У темний час доби використовують штучне освітлення. Освітленість при загальному штучному освітленні для IV розряду зорових робіт складає 200 лк. Для визначення кількості світильників та їх кількості потрібно провести розрахунок штучного освітлення.

Розрахунок штучного освітлення операторської

Обираємо лампу ЛБ-40, потужністю 40 Вт, світловий потік 2850 лм, світильник ЛПО 02-20х40/П-20, довжина 1213,6 мм.

Необхідну кількість світильників знаходимо за формулою:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot F_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 2850 \cdot 0,57} = 10$$

де $n = 2$ – кількість ламп у світильнику;

$F_{\text{л}} = 2850$ лм – світловий потік лампи типу ЛБ-40;

$S = 100 \text{ м}^2$ – площа освітлюваного приміщення операторської;

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу для виробничих приміщень з повітряним середовищем;

$z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірного освітлення;

$E = 200$ лк – необхідна освітленість робочої поверхні;

$\eta = 0,57$ – коефіцієнт використання світлового потоку.

Отже для освітлення операторської буде достатньо 10 світильників. В такому випадку освітлення буде відповідати нормам ДБНВ 2.5.28-2006.

Пожежна безпека

У кабіні оператора осередком займання являється електропроводка та дерев'яні предмети облаштування (стіл, стілець, двері і т.п.), в зв'язку з чим найменша температура займання становить 400°C .

Відповідно ОНТП 24-86 виробництво належить до категорії "В" пониженої пожежонебезпеки. Клас зони – П-Па.

Усі електричні машини, апарати і прилади, розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції, елементи електропроводки, струмоводи, світильники тощо використовуються у виконанні, яке відповідає класу зони з пожежовибухонебезпеки, тобто мають відповідний рівень і вид вибухозахисту або ступінь захисту оболонок згідно ГОСТ 14254, ПУЕ і ДНАОП 0.00-1.32-01; вогнестійкість будівлі та споруди відповідно СНиП 2.01.02-85.

Потрібні величини протипожежних відстаней відповідно додатку 3.1 до ДБН 360-92.

Кількість евакуаційних виходів із приміщень та з кожного поверху будівель, прийнято за СНиП 2.09.02-85, не менше двох. Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено. Ширина шляхів евакуації в світлі не менша 1 м, висота проходу - не менша 2 м. Влаштування гвинтових сходів на шляхах евакуації не допускається. Між маршами сходів необхідно передбачати горизонтальний зазор не менше 50 мм (0,05 м).

Двері на шляху евакуації відкриваються за напрямком виходу з приміщення. Улаштування розсувних та в'їзних дверей на шляхах евакуації не допускається. Мінімальна ширина дверей на шляхах евакуації повинна бути 0,8м. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток повинна бути не менша ширини маршу сходів.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо назовні або на сходову клітку не перевищують значень, наведених у СНиП 2.09.02-85.

Необхідний час евакуації людей із виробничих будинків встановлено в СНиП 2.09.02-85.

Згідно СН 305-74 приміщення обладнане блискавковідводами, що захищають від прямих ударів блискавки.

Для запобігання поширення полум'я на установку рекуперації у випадку пожежі на основному виробництві передбачена вогнеперешкода. Для погашення палаючого вугілля до адсорбера підведено протипожежну воду, азот. Також передбачена обвідна лінія на установці.

Для гасіння пожеж передбачені ручні вогнегасники ВП-4(3) – робочий тиск у корпусі 1,3 МПа·см², температури експлуатації -20...+50°C, термін придатності – 10 років.

У приміщенні передбачена пожежна сигналізація - теплові пожежні сповіщувачі. Інформація з сповіщувачів надходить на загально-цехову станцію. Також передбачені протипожежні щити і шухляди з піском.

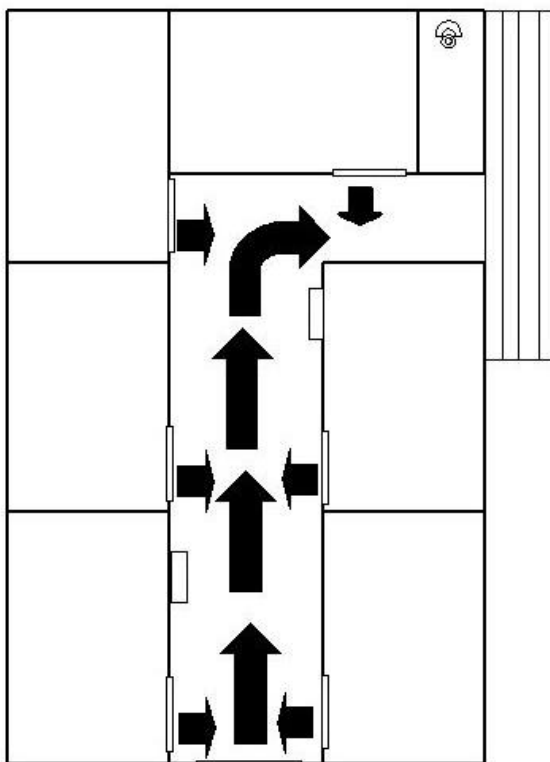


Рисунок 7.2.- План евакуації з приміщення на випадок виникнення пожежі

Безпека при експлуатації балонів та у разі вибуху

У цеху використовуються балони зі стисненим повітрям чорного кольору з повідомляючим написом білого кольору «Стиснене повітря», нанесеною по окружності балона. Балони виготовлені з вуглецевої сталі об'ємом 40 л. Робочий тиск $P_r = 17,5$ МПа. Вентиль балона виготовлений з латуні. Напрямок різьби бічного штуцера - правий.

Балон повинен бути розрахований так, щоб напруги на стінках при гідравлічних випробуваннях не перевищували 90% межі текучості для даної марки сталі.

Вимоги до сталевих балонів малого та середнього обсягів на робочий тиск $P_r \leq 19,6$ МПа регламентуються ГОСТ 949-73.

На верхній сферичній частині кожного металевого балона повинні бути чітко нанесені тавруванням такі дані: товарний знак заводу – виготовлювача; номер балона за системою нумерації підприємства – виробника; дата (місяць, рік) виготовлення (випробування) і рік наступного випробування; вид

термообробки (N - нормалізація, V - гартування з відпуском); робочий тиск (P) і пробний гідравлічний (П), МПа; обсяг балона, л; маса балона, кг; клеймо ВТК.

Міцність балонів перевіряють гідравлічним випробуванням, а герметичність – пневматичним випробуванням відповідно до вимог «Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском». Випробування проводять пробним тиском, рівним 1,5 РР. Тривалість випробування повинна бути не менше 90 хв. Під час гідравлічних випробувань не повинно бути течі і запотівання.

Випробування балонів на герметичність проводять наповненням його стисненим повітрям до робочого тиску і зануренням у воду. При цьому балон не повинен пропускати повітря. Тривалість випробування повинна бути не менше 5 хв. Гарантійний термін експлуатації – 2 роки з дня введення балона в експлуатацію.

Балони з стисненим повітрям, які встановлюються в приміщеннях, повинні знаходитися від радіаторів опалення та інших опалювальних приладів і печей на відстані не менше 1 м, а від джерел тепла з відкритим вогнем – не менше 5 м.

Балони з насадженими на них башмаками мають зберігатися у вертикальному положенні в спеціально обладнаних гніздах, клітках або огорожені бар'єром.

На відкритих майданчиках балони з башмаками можна укладати в штабелі з прокладками з мотузки, дерев'яних брусів або гуми. Висота штабеля не повинна перевищувати 1,5 м, а вентиля балонів повинні бути звернені в одну сторону.

Склади для зберігання балонів, наповнених газами, будують одноповерховими з перекриттями легкого типу без горючих перекриттів. У кожному відсіку складу допускається зберігання не більше 1000 балонів (40л) з стисненим повітрям. У складах повинні бути вивішені плакати, інструкції та правила щодо безпечного поводження з балонами. Склади

повинні бути обладнані природною і механічною вентиляцією і вогнетривкими перегородками. Наповнені балони повинні переводитися на ресорному транспорті або автокарах в горизонтальному положенні з прокладками між балонами. Балони на час перевезення укладаються вентилями в один бік. Робітники, обслуговуючі балони, повинні бути навчені правилам поводження з ними і проінструктовані.

Розрядні рампи повинні бути оснащені пристроями для захисту від зворотного удару полум'я, для запобігання зворотного потоку газу, зниження тиску, а також запірною арматурою.

Після приладу для зниження тиску повинен бути встановлений запобіжний клапан, відповідний потужності розрядної рампи і розрахований таким чином, щоб тиск не могло перевищити 0,15 Мпа.

У разі вибуху перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також сповістити проживаюче поблизу населення. Необхідно скористатися індивідуальними засобами захисту, а при їх відсутності для захисту органів дихання використовувати ватно-марлеву пов'язку.

При ушкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо- і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.

Якщо вибух викликав спалах, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення розповсюдження вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.

Необхідно надати допомогу тим, хто опинився затиснутий уламками конструкцій. Допомогти витягти людей з завалів. При порятунок потерпілих слід дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалу, пожежі та інших небезпек, обережно вивести і надати їм першу медичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу, перев'язати рани, накласти шини при переломі кінцівок.

Література

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – 5-е изд., перераб.и доп. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1986. – 488 с.
3. Бекин Н.Г., Шанин Н.П. Оборудование заводов резиновой промышленности. – Л.: Химия, 1978.- 398 с.
4. Бекин Н.Г., Петров Б.В. Оборудование для изготовления пневматических шин. – Л.: Химия, 1982. – 263 с.
5. Карпов В.Н. Оборудование предприятий резиновой промышленности. – Л.: Химия, 1979. – 480 с.
6. Цыганок И.П. Вулканизационное оборудование шинных заводов. - М.: Машиностроение, 1967. - 324 с.

Додаток

Таблиця «Перелік розглянутих патентів»

№	Тема патента	Автори	Дата публікації
1	Способ изготовления покрышек пневматических шин МПК: B29C 35/02	В.А.Зайка	25.06.1984
2	Агрегат для изготовления заготовок камер пневматических шин МПК: B29D 30/08, B29D 30/30	В.И.Ананин, Л.П.Мельникова, Д.С.Ривкина	13.02.1985
3	Устройство для изготовления покрышек пневматических шин МПК: B29D 30/06, B29C 45/14, B29C 35/00	А.В.Хабаров, Н.Г.Бекин	15.05.1985
4	Вулканизационный дорн МПК: B29H 5/18	М.Г.Сидоров, А.Н.Веткин, В.Н.Оборин	22.05.1985
5	Устройство для изготовления литых покрышек пневматических шин МПК: B29H 5/02	Б.М.Петров, М.И.Косый, А.Д.Евтушенко, Л.А.Рябова	17.06.1985
6	Устройство для формования и вулканизации покрышек МПК: B29C 31/04, B29C 43/10	В.М.Кученков, А.Н.Григорьев, В.Л.Легостаев	02.07.1987
7	Устройство для вулканизации покрышек пневматических шин МПК: B29C 32/04	В.М. Кученков, И.М.Цырульников	22.01.1987
8	Форма для литья покрышек пневматических шин МПК: B29C 33/48, B29C 35/02	А.В.Попов	20.03.1987

9	Литьевая форма для покрышек пневматических шин МПК: В29Н 5/02	Г.П.Броварный, , А.В.Данильченко, Л.З.Меньшикова	23.06.1987
10	Устройство для изготовления литых покрышек пневматических шин МПК: В29Н 17/00	А.В.Кушнир, Е.А.Дзюра	10.06.1987
11	Пресс-форма для вулканизации ободных лент автомобильных шин МПК: В29С 35/04	Б.Л. Соколов, Р.А. Куксгаузен, Б. М.Кельс, В.М.Каминский	15.06.1987
12	Механизм управления диафрагмой форматора-вулканизатора МПК: В29Н 5/02	В.А.Зайка, М.И.Свердел, А.А.Зайка	01.04.1986
13	Устройство для изготовления покрышек пневматических шин МПК: В29С 35/04	Ф.Ф.Неплохов, А.В.Хабаров, М.Ю.Бондаренко	21.07.1987
14	Устройство для изготовления покрышек пневматических шин МПК: В29С 35/02	А.В.Хабаров, А.Н.Веткин, В.Н.Оборин	21.07.1987
15	Діафрагма для формування покришок пневматичних шин МПК: В29С 35/03	В.П.Луньов	27.12.1994
16	Діафрагма для формування і вулканізації покришок пневматичних шин МПК: В60С 23/06	В.Ф.Сотсков, О.М.Литвиненко	18.09.1993
17	Вулканизатор для ремонта пневматических камер МПК: В29Н 5/16	Л.С.Осипов, Б.П.Лиховецкий	27.01.1996

18	Диафрагменный узел для формования и вулканизации покрышек МПК: B29H 5/18	В.И.Ивченко, В.А.Лавров	20.06.1996
19	Вулканизатор для ремонта местных повреждений шин МПК: B29C 73/32	Н.П.Ланцов	20.06.1996
20	Форматор-вулканизатор для изготовления ошипованных покрышек МПК: B29H 5/16	В.Н.Зеленова, Г.Я.Власов, А.А.Нелюбин	12.10.1997
21	Форматор-вулканизатор для изготовления ошипованных покрышек МПК: B29C 67/10	В.Н.Зеленова, Г.Я.Власов, А.А.Нелюбин, П.А.Кушнир	01.10.1998
22	Способ изготовления ленточного протектора с заданным рисунком беговой поверхности МПК: B29C 73/30	С.А Миронов, Р.С.Ильясов, А.А.Нелюбин	20.07.2003
23	Устройство для формования и вулканизации покрышек пневматических шин МПК: B29C 43/10	И.И.Тарасов, С.Э.Муратов	01.10.2004

Зміст

	стор.
1. Кінематичні та параметричні розрахунки.....	2
1.1. Продуктивність.....	2
1.2. Розпірне зусилля.....	2
1.3. Розрахунок елементів парових камер.....	4
1.4. Розрахунок гальм.....	5
1.5. Розрахунок механізмів управління діафрагмою.....	7
2. Теплові розрахунки.....	8
2.1. Розрахунок витрат теплоносіїв.....	8
2.2. Витрати перегрітої води.....	9
3. Силкові розрахунки та розрахунки на міцність.....	11
3.1. Потужність і сили, що діють у момент затягування прес-форм.....	11
3.2. Сили, що діють в ланках механізму приводу, і потужність на валу електродвигуна під час відкривання затягнутих прес-форм.....	16
3.3. Сили, що діють в ланках механізму приводу, і потужність на валу електродвигуна під час формування покриттів.....	18
3.4. Сили, що діють в ланках механізму приводу, і потужність на валу електродвигуна при русі з місця відведеної і перекинutoї траверси.....	21
3.5. Розрахунок шатунів.....	24
4. Розрахунок пресформи.....	27
Додаток	

					ЛП71мп.08296.01-70РР			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Омеляненко			Форматор-вулканізатор з модернізацією механізму управління діафрагмою	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Івиський						
Керівник.						НТУУ 'КПІ ім. І. Сікорського' ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.								

1. Кінематичні та параметричні розрахунки

1.1. Продуктивність

Продуктивність форматорів-вулканізаторів залежить від тривалості циклу вулканізації. Якщо цю тривалість прийняти за t_u , хв., то продуктивність однієї машини буде покришок на добу:

$$N = \frac{24 \cdot 60}{t_u} \cdot n_\phi, \quad (1.1)$$

де n_ϕ - число форм ;

Для покришок розміру 8.00-20

$$N = \frac{24 \cdot 60}{55} \cdot 2 = 52 \text{ покришок на добу.}$$

Для покришок розміру 8.20-15

$$N = \frac{24 \cdot 60}{50} \cdot 2 = 57 \text{ покришок на добу.}$$

Для покришок розміру 8.00-20

$$N = \frac{24 \cdot 60}{60} \cdot 2 = 48 \text{ покришки на добу.}$$

1.2 Розпірне зусилля

Розпірне зусилля у форматорах-вулканізаторах значно більше, ніж в автоклав-пресах. Це пояснюється тим, що в автоклав-пресах застосовують тороподібну камеру, а у форматорах-вулканізаторах - м'яку діафрагму.

На рисунку 1.1 наведений розподіл сил, які діють на прес-форму. Внутрішній тиск p_ϕ в діафрагмі практично діє на площині, обмеженій діаметром кола D , рівному середньому діаметру поверхні ущільнювача прес-форм. Отже, зусилля, що розкриває прес-форму,

$$Q_p = \frac{p_\phi \pi D^2}{4}, \text{ Н.} \quad (1.2)$$

Зовнішній тиск p_n в паровій камері діє на прес-форму ззовні і прагне її стиснути. Зусилля, що стискає прес-форму ззовні,

$$Q_i = \frac{p_i \pi D^2}{4}, H \quad (1.3)$$

Від дії внутрішнього тиску p_e в паровій камері створюється зусилля, що розкриває її,

$$Q_e = \frac{p_i \pi D_i^2}{4}, H \quad (1.4)$$

З цих зусиль складається розпірне зусилля на одну прес-форму. Воно може бути визначене з наступного рівняння:

$$Q = Q_p - Q_H + Q_k, H \quad (1.5)$$

або

$$Q = \frac{p_d \pi D^2}{4} - \frac{p_i \pi D^2}{4} + \frac{p_i \pi D_n^2}{4}, H \quad (1.6)$$

Після перетворень

$$Q = \frac{\pi}{4} [(p_e - p_n) D^2 + p_n D_n^2], H \quad (1.7)$$

де p_e - найбільший тиск теплоносія в діафрагмі в Па;

p_n - найбільший тиск пари в паровій камері в Па;

D - середній діаметр поверхні ущільнювача прес-форми в м;

D_n - середній діаметр прокладки ущільнювача парової камери в м.

Для даного випадку:

$$Q = \frac{\pi}{4} [(28 - 3,5) \cdot 1,12^2 + 3,5 \cdot 1,395^2] \cdot 10^5 = 2947195 H \quad (1.8)$$

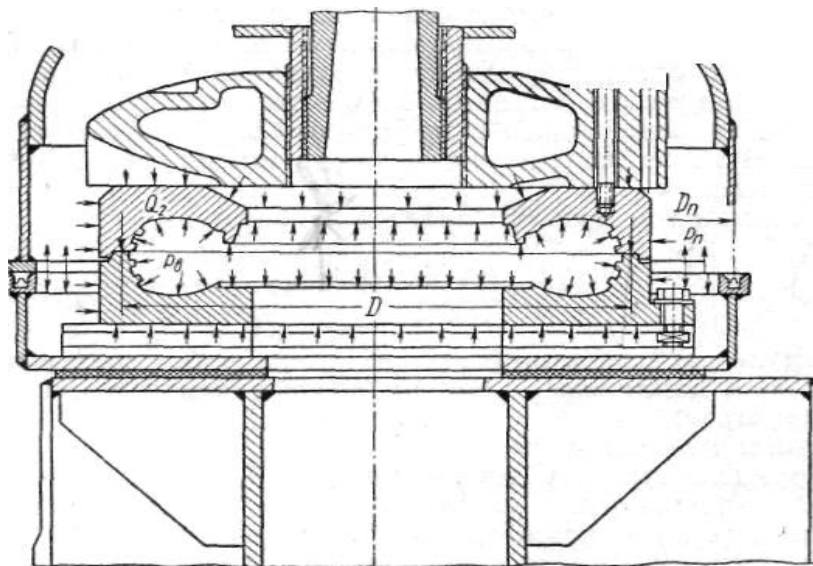


Рисунок 1.1.- Схема розподілу сил, що діють на прес-форму

Щоб півформи не розходилися і не випресовувалась гума, в стик півформ під час подавання теплоносіїв в діафрагму і парову камеру слід створити жорстку конструкцію станини, а також жорстку траверсу і шатуни. Сила затягування Q_3 преса повинна бути на 25-50% вище за розпірне зусилля Q , тобто $Q_3 = 1,25-1,5 Q$, для того, щоб на поверхні ущільнювача півформ завжди був натяг, якщо в мережі подачі теплоносіїв підвищиться тиск або відбудеться гідравлічний удар.

1.3 Розрахунок елементів парових камер

Під час розрахунку елементів парових камер користуються формулами, за якими розраховують елементи посудин, що працюють під тиском, з введенням відповідних коефіцієнтів, що враховують особливості конструкції і умови роботи.

Розрахунок кришки ведеться за формулою:

$$s = \frac{D_n p Y_n n}{200R} + C, \quad (1.9)$$

де s - товщина стінки, мм; D_n - зовнішній діаметр днища, мм; p - робочий тиск, Па; R - допустимі напруження, Па;

Y_n - коефіцієнт форми днища, рівний 1,5; n - коефіцієнт жорсткості, рівний 3,3; C - надбавка на мінусовий допуск і корозію, рівна 4 мм.

Допустима напруга R для сталі Ст. 3 приймається 10^6 Па.

$$s = \frac{1328 \cdot 3,5 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 3,3}{200 \cdot 10^6} + 4 = 11,5 \text{ мм}$$

1.4 Розрахунок гальм

Гальмівний момент гальма складається із статичного моменту M_c створюваного масами траверси, парових камер, прес-форм і шатунів; динамічного моменту M_∂ , що створюється кінетичною енергією цих мас; динамічного моменту M_{∂_1} рухомих мас приводу і динамічного моменту M_{∂_2} ротора двигуна, приведених до валу гальма.

$$M_T = M_c + M_\partial + M_{\partial_1} + M_{\partial_2}, \quad H \cdot m \quad (1.10)$$

$$M_c = \frac{(G_{mp} + 2G_{кам} + 2G_\phi + 2G_{ш}) R_\kappa \cos \varphi (tg \lambda - f) d_{тч}}{D_{тк2} i_1 i_2 i_\psi}, \quad H \cdot m \quad (1.11)$$

де G_{mp} — вага траверси, H ; $G_{кам}$ — вага парової камери, H ; G_ϕ — вага верхньої півформи, H ; $G_{ш}$ — вага шатуна, H ; R_κ — радіус кривошипного колеса, m ; φ — центральний кут кривошипа; λ — кут підйому гвинтової лінії черв'яка; f — коефіцієнт тертя в черв'ячному зачепленні; i_1, i_2 — передавальне відношення зубчасте колесо - шестерня; i_ψ — передавальне відношення черв'ячної пари; $D_{тк2}$ — діаметр ділильного кола колеса, m ; $d_{тч}$ — діаметр ділильного циліндра черв'яка, m .

Приймаючи гальмування як рівномірно сповільнений рух, отримаємо значення динамічної сили:

$$G_\partial = \frac{(G_{mp} + 2G_{кам} + 2G_\phi + 2G_{ш})}{g} \cdot \frac{V}{60t_m}, \quad K2 \quad (1.12)$$

де V — швидкість мас на початку гальмування, $m/xв.$; g — прискорення сили тяжіння, рівне $9,8$ в m/c^2 ; t_m — період гальмування, c .

Динамічний момент, приведений до валу гальма:

$$M_{\partial} = \frac{G_{\partial} R_{\kappa} \cos \varphi (tg \lambda - f) d_{тч}}{D_{t_{\kappa 2}} i_1 i_2 i_4} \quad (1.13)$$

Швидкість траверси визначають з рівняння:

$$V \approx R_{\kappa} \omega (1 + \varepsilon^2) \sqrt{1 - \varepsilon^2} \quad (1.14)$$

де V -швидкість траверси, $м/хв.$; R_{κ} - радіус кривошипа, $м$; φ - центральний кут кривошипа; β - центральний кут шатуна; ω - кутова швидкість шатуна, $рад/хв.$; n - число оборотів кривошипа, $об/хв.$; $\varepsilon = \frac{R_{\kappa}}{L}$ - відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна.

Гальмівний момент на валу гальма можна визначити з рівняння:

$$M_{\partial_2} = \frac{M_{\partial m} \cdot 2\pi n}{4g \cdot 60 \cdot t_m} \quad (1.15)$$

Вихідні дані для розрахунку: потужність електродвигуна $N=20$ кВт; $n=970$ об/хв.; маховий момент двигуна $M_{\partial m}=1,9$ кгм²; $G_{mp}=38520$ Н; $G_{ш}=9800$ Н; $G_{кам}=15500$ Н; $G_{\phi}=3500$ Н; $f=0,05$.

Визначаємо найбільший статичний момент M_c , коли центральний кут φ кривошипа дорівнюватиме 90°:

$$M_c = \frac{(38520 + 2 \cdot 15500 + 2 \cdot 3500 + 2 \cdot 9800) \cdot 0,535 \cdot 1 \cdot (0,0665 - 0,05) \cdot 0,075}{1,547 \cdot (119 : 20) \cdot 125} = 0,055 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Кутова швидкість кривошипа:

$$\omega = 2\pi n = \frac{2\pi n_{\partial}}{i_1 i_4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 970 \cdot 20}{119 \cdot 125} = 8,2 \text{ рад/хв.}$$

Максимальна швидкість траверси:

$$V = 0,535 \cdot 8,2 \cdot \left(1 + \frac{0,535}{1,885}\right)^2 \sqrt{1 - \left(\frac{0,535}{1,885}\right)^2} = 6,9 \text{ м/хв.}$$

Період гальмування:

$$t_m = \frac{60 \cdot 2S}{1000V} = \frac{60 \cdot 2 \cdot 11,5}{1000 \cdot 6,9} = 0,2 \text{ с.}$$

Момент, створюваний ротором двигуна:

$$M_{\phi_2} = \frac{1,9 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 970}{4 \cdot 9,8 \cdot 60 \cdot 0,2} = 24,6 \text{ кГ} \cdot \text{м}.$$

1.5 Розрахунок механізмів управління діафрагмою

Механізми управління діафрагмою розраховують за найбільшими допустимими для діафрагми зусиллями, які можна визначити тільки експериментальним шляхом. Прийнято вважати допустимими зусиллями для діафрагм у форматорах-вулканізаторах 55" $Q = 24 \text{ кН}$.

Внутрішній діаметр циліндра визначають з рівняння

$$d = \sqrt{\frac{4Qk}{\pi p}}, \quad (1.16)$$

де d - внутрішній діаметр циліндра, м; p - робочий тиск води в циліндрі, Па; $k = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує втрати зусилля на тертя поршня в циліндрі.

Одержаний результат:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 24000 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 2,0 \cdot 10^6}} = 0,13 \text{ м}.$$

2 Теплові розрахунки

2.1 Розрахунок витрат теплоносіїв

Вихідні дані для розрахунку:

формування парою під тиском $p_{\phi} = 0,24 \text{ МПа}$;

прогрівання діафрагм парою під тиском $p_c = 1,4 \text{ МПа}$;

вулканізація перегрітою водою під тиском $p_n = 2,0 \text{ МПа}$;

температура перегрітої води $t_{en} = 180^{\circ}\text{C}$;

охолодження камери в кінці циклу до температури $t = 80^{\circ}\text{C}$.

Витрати пари під час формування

$$G = V\gamma nK, \quad (2.1)$$

де V - об'єм двох діафрагм в m^3 .

$$G = 0,207 \cdot 1,823 \cdot 51,2 = 2,264 \text{ кг}$$

Кількість тепла для нагрівання діафрагм і покришок:

$$Q_{\varepsilon} = 2 \cdot 1,5 G_{\partial} (t_{\varepsilon} - t_{\phi}) C_p \quad (2.2)$$

$$Q_{\varepsilon} = 2 \cdot 1,5 \cdot 22 \cdot (145 - 80) \cdot 1,67 = 7164 \text{ кДж.}$$

Витрати пари:

$$G_{\varepsilon} = \frac{Q_{\varepsilon}}{i - q} + 2V\gamma \quad (2.3)$$

$$G_{\varepsilon} = \frac{7164}{2515 - 840,3} + 2 \cdot 0,207 \cdot 7,45 = 7,36 \text{ кг}$$

Кількість тепла для нагрівання камер:

$$Q_{\kappa} = 2G_{\kappa}C_C(t_n - t_{\kappa n}) \quad (2.4)$$

$$Q_{\kappa} = 2000 \cdot 0,42 \cdot (164,2 - 80) \cdot 2 = 141456 \text{ кДж.}$$

Кількість тепла для нагрівання форм:

$$Q_{\phi} = 2G_{\phi}C_C(t_n - t_{\phi n}) \quad (2.5)$$

$$Q_{\phi} = 2 \cdot 1010 \cdot 0,42 \cdot (164,2 - 80) = 71266 \text{ кДж.}$$

Кількість тепла для нагрівання покришок:

$$Q_n = 2 \frac{G_p C_p + G_T C_T + G_c C_c}{2} (t_{\varepsilon} - t_n) \quad (2.6)$$

$$Q_n = 2 \left(\frac{41 \cdot 1,67 + 7,0 \cdot 1,34 + 2 \cdot 0,42}{2} \right) (145 - 25) = 9443 \text{ кДж.}$$

Втрати тепла в атмосферу:

$$Q_a = 2 \frac{(F_1 K_1 + F_2 K_2 + F_3 K_3)(t_n - t_a)t_u}{60} \quad (2.7)$$

$$Q_a = 2 \cdot \frac{(1,55 \cdot 2,326 + 2,2 \cdot 3,49 + 1,92 \cdot 29,08)(164,2 - 25) \cdot 38 \cdot 60}{10^3} = 42603 \text{ кДж}$$

Витрати пари:

$$G = \frac{Q_{\kappa} + Q_{\phi} + Q_n + Q_a}{i - q} + 2V\gamma \quad (2.8)$$

$$G = \frac{141456 + 71266 + 9443 + 42603}{2515 - 840,3} + 2 \cdot 0,45 \cdot 3,8 = 158 \text{ кг}$$

2.2 Витрати перегрітої води

Витрати перегрітої води на вулканізацію покришок мають умовний характер, оскільки вода циркулює по замкненому колу трубопроводу, віддаючи частину тепло покришці та витрачаючи його в навколишню атмосферу.

Рівняння суцільного потоку:

$$U = \frac{V}{0,36F}, \quad (2.9)$$

де U – швидкість середовища, $м/с$; V – об'єм середовища, $м^3/год$;
 F – площа живого перерізу потоку в $м^2$.

В момент наповнення діафрагми перегрітою водою витрати на вулканізацію будуть визначатися за формулою:

$$V = \frac{V_{\epsilon}}{t}, \quad (2.10)$$

де V_{ϵ} – об'єм встановлених на форматорі-вулканізаторі діафрагм в $м^3$;
 t – час наповнення діафрагм в $год$.

Для покришок розміром 10.00-20 витрати води становитимуть:

$$V = \frac{0,207 \cdot 3600}{41} = 18,17 м^3 / год .$$

$$U = \frac{18,17}{0,36F} = \frac{18,17}{0,36 \cdot 10,1} = 5 м / с .$$

3 Силіві розрахунки та розрахунки на міцність

3.1 Потужність і сили, що діють у момент затягування прес-форм

Для визначення потужності на валу електродвигуна приводу форматора-вулканізатора 55" за схемою рисунка 3.1 пропонується наступне рівняння:

$$N = \frac{2 \left(\frac{M_{кр} + M_{mp1}}{i_1 i_2} + \frac{M_{mp4} + M_{mp5}}{i_2} M_{mp2} + M_{mp3} \right) n_o}{9740 \cdot i_q \eta_q}, \quad (3.1)$$

де N – потужність на валу електродвигуна, $кВт$; $M_{кр}$ – крутний момент на кривошипі колеса 2, $Н \cdot м$; M_{mp1} – момент тертя в підшипниках колеса 2 і шатунах 1, $Н \cdot м$; M_{mp2} – момент тертя в підшипнику U шестерні 3, $Н \cdot м$; M_{mp3} – момент тертя в підшипнику V черв'ячного колеса, $Н \cdot м$; M_{mp4} – момент тертя в підшипнику Е шестерні 7; M_{mp5} – момент тертя в підшипнику К колеса 8; i_1 – передавальне число в зубчастому зачепленні колесо 2 – шестерня 3; i_2 – передавальне число в зубчастому зачепленні шестерня 7 – колесо 8; i_q – передавальне число черв'ячного редуктора; n_o – число оборотів електродвигуна, об/хв.; η_q – к.п.д. черв'ячного редуктора.

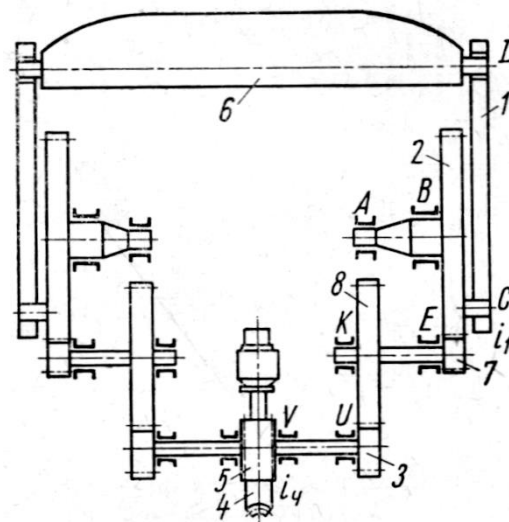


Рисунок 3.1. - Схема приводу форматора-вулканізатора 55"

- 1 – шатуни; 2 – зубчасті колеса; 3 – шестерні; 4 – черв'ячне колесо;
5 – черв'як; 6 – траверса; 7 – шестерня; 8 – зубчасте колесо.

$$M_{mp_1} = \frac{R_A d_3 + R_B d_2 + R_C d_1 + R_D d_0}{2} f \quad (3.7)$$

де f - коефіцієнт тертя ковзання.

Щоб подолати момент M_{kp} і крутний момент тертя на колесі 2, необхідно створювати окружне зусилля, яке давало б крутний момент, рівний протидіючим моментам:

$$\frac{P_{ок_2} d_{к_2}}{2} = M_{kp} + M_{mp_1} \quad (3.8)$$

Звідки:

$$P_{ок_2} = \frac{2(M_{kp} + M_{mp_1})}{d_{к_2}}. \quad (3.9)$$

Величина розпiрного зусилля залежить від окружного зусилля і кута зачеплення в зубчастій парі і визначається з рівняння:

$$P_{pк_2} = P_{ок_2} \operatorname{tg} \beta, \quad (3.10)$$

а момент тертя:

$$M_{mp_2} = \frac{P_{pк_2} d_{nu}}{2} f = \frac{P_{ок_2} \operatorname{tg} \beta d_{nu}}{2} f, \quad (3.11)$$

де d_{nu} - діаметр підшипника U валу шестерні 3.

Момент тертя M_{mp_3} визначається з рівняння:

$$M_{mp_3} = \frac{P_{чк} \operatorname{tg} \beta_{ч} d_{ев}}{2 \cdot 2}, \quad (3.12)$$

де $P_{чк}$ - окружне зусилля на черв'ячному колесі, H ; $\beta_{ч}$ - кут зачеплення черв'ячного колеса; $d_{ев}$ - діаметр підшипника валу черв'ячного колеса; f - коефіцієнт тертя.

Коефіцієнт корисної дії черв'яка $\eta_{ч}$ визначається з відомого рівняння:

$$\eta_{ч} = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg} \lambda + 1}, \quad (3.13)$$

де λ - кут підйому гвинтової лінії по ділильному циліндру черв'яка; f - коефіцієнт тертя для пари сталь - бронза 0,05.

Вихідні дані для розрахунку: розпірне зусилля $Q=2948500 \text{ Н}$; кількість прес-форм 2.

Для розрахунку прийняти: $x=10 \text{ мм}=0,01 \text{ м}$; коефіцієнт тертя $f=0,05$; значення $G_{mp}=38520 \text{ Н}$; $G_{ш}=9800 \text{ Н}$; $G_{кам}=15500 \text{ Н}$; $G_{ф}=3500 \text{ Н}$; $G_{кол}=15500 \text{ Н}$ узяті з паспортних даних.

Приймаємо зусилля затягування $Q_3 = QK_3 = 2948500 \cdot 1 = 2948500 \text{ Н}$.

Крутний момент на кривошипному колесі:

$$M_{кр} = \left[2947195 - \left(\frac{38520}{2} + 9800 + 15500 + 3500 + 15500 \right) \right] \cdot 0,01 = 28836,35 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Реакції опор в підшипниках кривошипного колеса і шатуна:

$$R_c = 2947195 - \left(\frac{38520}{2} + 9800 + 15500 + 3500 \right) = 2899135 \text{ Н};$$

$$R_D = 2947195 - \left(\frac{38520}{2} + 15500 + 3500 + 15500 \right) = 2893435 \text{ Н};$$

$$R_B = \frac{2899135 \cdot 0,76}{0,46} = 4789875 \text{ Н};$$

$$R_A = 4789875 - 2899135 = 1890740 \text{ Н};$$

$$M_{mp1} = \frac{1890740 \cdot 0,155 + 4789875 \cdot 0,33 + 2899135 \cdot 0,23 + 2893435 \cdot 0,23}{2} \cdot 0,05 = 80150,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на кривошипному колесі:

$$P_{ок2} = \frac{2 \cdot (28836,35 + 80150,4)}{1,534} = 142095 \text{ Н}.$$

Розпірне зусилля у зубчастому зчепленні колесо 2 – шестерня 7:

$$P_{рк2} = 142095 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 142095 \cdot 0,364 = 51723 \text{ Н}.$$

Момент тертя в підшипнику E шестерні 7:

$$M_{mp4} = \frac{P_{рк2} \cdot d_{6E}}{2} \cdot f = \frac{51723 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 161,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на зубчастому колесі 8:

$$P_{ок8} = \frac{P_{ок2} d_{ш7} + 2M_{mp4}}{d_{к8}} = \frac{142095 \cdot 0,273 + 2 \cdot 161,7}{0,672} = 58207 \text{ Н}.$$

Розпiрне зусилля у зчепленнi колесо 8 – шестерня 3:

$$P_{p\kappa_2} = P_{o\kappa_8} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 58207 \cdot 0,364 = 21187 \text{ Н}.$$

Момент тертя у пiдшипнику K колеса 8:

$$M_{mp_5} = \frac{P_{p\kappa_8} \cdot d_{eK}}{2} \cdot f = \frac{21187 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 66,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент тертя у пiдшипнику U шестернi 3:

$$M_{mp_2} = \frac{P_{p\kappa_8} \cdot d_{вн}}{2} \cdot f = \frac{21187 \cdot 0,085}{2} \cdot 0,05 = 45 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на черв'ячному колесi:

$$P_{чк} = \frac{2(P_{o\kappa_8} d_{ш_3} + M_{mp_5} + M_{mp_2})}{d_{чк}} = \frac{2 \cdot (58207 \cdot 0,2 + 66,2 + 45)}{0,624} = 37669 \text{ Н}$$

Розпiрне зусилля у черв'ячному зчепленнi:

$$P_{pч} = P_{чк} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 37669 \cdot 0,364 = 13712 \text{ Н}.$$

Момент тертя в пiдшипнику V черв'ячного колеса:

$$M_{mp_3} = \frac{P_{pч} \cdot d_{eV}}{2 \cdot 2} \cdot f = \frac{13712 \cdot 0,09}{2 \cdot 2} \cdot 0,05 = 15,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужнiсть на валу електродвигуна:

$$N = \frac{2 \left(\frac{(28836,35 + 80150,4) \cdot 20 \cdot 25}{119 \cdot 84} + \frac{(161,7 + 66,2) \cdot 25}{84} + 45 + 15,4 \right) \cdot 970}{9740 \cdot 104 \cdot 0,55} =$$

$$= 19,4 \text{ кВт}.$$

Коефiцiєнт корисної дiї черв'яка:

$$\eta_{ч} = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg} \lambda + 1} = \frac{0,0625}{0,0625 + 0,05} = 0,55,$$

де $\operatorname{tg} \lambda = \frac{m}{d_{т\div}} = \frac{6}{96} = 0,0625$ - тангенс кута пiдйому гвинтової лiнii по

дiлильному цилiндру черв'яка; m - модуль черв'яка, мм; $d_{тч}$ - дiаметр дiлильного цилiндра черв'яка, мм; f - коефiцiєнт тертя черв'як – колесо.

3.2 Сили, що дiють в ланках механiзму приводу, i потужнiсть на валу

електродвигуна під час відкривання затягнутих прес-форм

Рівняння потужності на валу електродвигуна:

$$N = \frac{2 \left(\frac{M_{кр} + M_{mp1} + M_{дш} + M_{дк}}{i_1 i_2} + \frac{M_{mp4} + M_{mp5} + M_{дш7} + M_{дк8}}{i_2} \right)}{97400 \cdot i_r \cdot n_r} + \frac{2 \left(\frac{M_{mp2} + M_{mp3} + M_{дш3} + M_{дк} + M_{д_{yc}}}{i_1 i_2} \right) \cdot n_d}{97400 \cdot i_q \cdot n_q}, \quad (3.14)$$

де $M_{кр}$ — крутний момент на колесі 2, $H\cdot m$; M_{mp} — момент тертя в підшипниках, $H\cdot m$; M_{mp1} — кривошипного колеса і шатуна; M_{mp2} — шестерні 3; M_{mp4} — шестерні 7; M_{mp5} — колеса 8; M_{mp3} — вала черв'ячного колеса; M_d — динамічний момент в $H\cdot m$; $M_{дш}$ — шатуна; $M_{дк}$ — кривошипного колеса; $M_{дш7}$ — шестерні 7; $M_{дк8}$ — колеса 8; $M_{дш3}$ — шестерні 3; $M_{дк}$ — черв'ячного колеса; $M_{д_{yc}}$ — прискорення сили, діючої на черв'ячному колесі.

Динамічний момент M_d на черв'ячному колесі має істотну величину, яку слід враховувати. Величина цього моменту може бути визначена з наступного рівняння:

$$M_{д_{yc}} = \frac{P_{чк} V d_{чк}}{2 g t_n}, \quad (3.15)$$

де $P_{чк}$ - окружне зусилля на черв'ячному колесі, H ; V - лінійна швидкість на черв'ячному колесі, m/c ; $d_{чк}$ - діаметр початкового кола черв'ячного колеса, m ; g - прискорення сили тяжіння, m/c^2 ; t_n - пусковий період двигуна, c .

Нехтуючи значеннями динамічних моментів, що мають малу величину, рівняння потужності на валу електродвигуна можна написати

$$N = \frac{2 \left(\frac{-M_{кр} + M_{mp1}}{i_1 i_2} + \frac{M_{mp4} + M_{mp5}}{i_2} + M_{mp2} + M_{mp3} + M_{д_{yc}} \right) n_d}{97400 \cdot i_q \cdot n_q}. \quad (3.16)$$

Вихідні дані для розрахунку: крутний момент $M_{кр} = 28849,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
момент тертя $M_{mp_1} = 80186,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Колове зусилля на кривошипному колесі:

$$P'_{ок_2} = \frac{2 \cdot (-M_{кр} + M_{mp_1})}{d_{k_2}} = \frac{2 \cdot (-28836,35 + 80150,4)}{1,534} = 66902 \text{ Н} .$$

Розпірне зусилля у зубчастому зчепленні колесо 2 – шестерня 7:

$$P'_{pk_2} = P'_{ок_2} \cdot \operatorname{tg} \beta = P'_{ок_2} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 66902 \cdot 0,364 = 24352 \text{ Н} .$$

Момент тертя в підшипнику E шестерні 7:

$$M_{mp_4} = \frac{P'_{pk_2} \cdot d_{6E}}{2} \cdot f = \frac{24352 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 76,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на зубчастому колесі 8:

$$P'_{ок_8} = \frac{P'_{ок_2} \cdot d_{u_7} + 2M_{mp_4}}{d_{к_8}} = \frac{66902 \cdot 0,273 + 2 \cdot 76,1}{0,672} = 27405 \text{ Н} .$$

Розпірне зусилля у зчепленні колесо 8 – шестерня 3:

$$P'_{pk_8} = P'_{ок_8} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 27405 \cdot 0,364 = 9975 \text{ Н} .$$

Момент тертя у підшипнику K колеса 8:

$$M_{mp_5} = \frac{P'_{pk_8} \cdot d_{6K}}{2} \cdot f = \frac{9975 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 31,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент тертя у підшипнику U шестерні 3:

$$M_{mp_2} = \frac{P'_{pk_8} \cdot d_{6H}}{2} \cdot f = \frac{9975 \cdot 0,085}{2} \cdot 0,05 = 21,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на черв'ячному колесі:

$$P'_{чк} = \frac{4 \left(P'_{ок_8} \cdot \frac{d_{u_3}}{2} + M_{mp_5} + M_{mp_2} \right)}{d_{чк}} = \frac{4 \cdot \left(27405 \cdot \frac{0,2}{2} + 31,2 + 21,2 \right)}{0,624} = 17903 \text{ Н} .$$

Розпірне зусилля у черв'ячному зчепленні:

$$P'_{пч} = P'_{чк} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 17903 \cdot 0,364 = 6517 \text{ Н} .$$

Момент тертя в підшипнику V черв'ячного колеса:

$$M_{mp3} = \frac{P'_{pc} \cdot d_{gv}}{2 \cdot 2} \cdot f = \frac{6517 \cdot 0,09}{2 \cdot 2} \cdot 0,05 = 7,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Лінійна швидкість на діаметрі початкового кола черв'ячного колеса:

$$V = \frac{\pi d_{чк} n_{\partial}}{i_{\partial} \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 0,624 \cdot 970}{104 \cdot 60} = 0,305 \text{ м/сек}.$$

Динамічний момент прискорення:

$$M_{\partial_{yc}} = \frac{P'_{чк} V d_{чк}}{2g \cdot t_n} = \frac{6517 \cdot 0,305 \cdot 0,624}{2 \cdot 9,8 \cdot 1} = 63,3 \text{ Н} / \text{м}.$$

Потужність на валу електродвигуна:

$$N = \frac{2 \left(\frac{(-28836,35 + 80150,4) \cdot 20 \cdot 25}{119 \cdot 84} + \frac{(76,1 + 31,2) \cdot 25}{84} + 21,2 + 7,3 + 63,3 \right) \cdot 970}{9740 \cdot 104 \cdot 0,55} = 9,4 \text{ кВт}$$

3.3 Сили, що діють в ланках механізму приводу, і потужність на валу електродвигуна під час формування покоришок

Під час формування покоришок діє розпирне зусилля, що створюється тиском формуючої пари усередині діафрагми.

Діаметр покоришки D_n визначається за рівнянням:

$$D_n = d + 2(a + R_{cp}) \text{ м.} \quad (3.17)$$

Підставляючи замість a і R_{cp} їх значення, отримаємо:

$$D_n = d + 2(0,15B + 0,7B) = d + 1,7B, \quad (3.18)$$

де B - ширина профілю покоришки, м; d - діаметр обода покоришки, м.

Розглядаючи покоришку як гнучку мембрану, розпирне зусилля Q_{ϕ} можна визначити, виходячи з припущень, що тиск на верхню півформу передаватиметься від площі круга, обмеженого середнім діаметром D_{cp} , а сила тиску на кільце, обмежене діаметрами D_n і d , сприймається самою покоришкою. Тоді рівняння прийме вигляд:

$$Q_{\phi} = \frac{\pi}{4} D_{cp}^2 p_{\phi} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D_n + d}{2} \right)^2 p_{\phi} = \frac{\pi}{16} (D_n^2 + 2D_n d + d^2) p_{\phi}, \quad (3.19)$$

Дещо більші, значення Q_{ϕ} отримають з рівняння:

$$Q_\phi = \frac{\pi}{12} (D_n^2 + D_n d + d^2) p_\phi, \quad (3.20)$$

Приймаємо відстань між півформами $H_4=0,9B$. У момент дії розпорного зусилля Q_ϕ кривошип колеса 2 знаходиться в точці a на відстані x_2 від центра обертання.

Плече:

$$x_2 = \sqrt{R_k^2 - (R_k - H_4)^2} \quad (3.21)$$

Крутний момент на колесі 2:

$$M_{кр} = \left[Q_\phi - \left(\frac{G_{тр}}{2} + G_{ш} + G_{кам} + G_\phi + G_{кол} \right) \right] x_2, \quad (3.22)$$

де Q_ϕ — розпирне зусилля формування, H ; $G_{тр}$ — вага траверси, H ; $G_{ш}$ — вага шатуна, H ; $G_{кам}$ — вага камери, H ; G_ϕ — вага верхньої півформи, H ; $G_{кол}$ — вага кривошипного колеса, H .

Вихідні дані для розрахунку: покришка 260-20, інші дані з попередніх розрахунків.

Діаметр покришки під час формування:

$$D = 0,508 + 1,7 \cdot 0,26 = 0,95 \text{ м}.$$

Розпирне зусилля під час формування:

$$Q_\phi = \frac{\pi}{12} (0,95^2 + 0,95 \cdot 0,508 + 0,508^2) \cdot 2 \cdot 10^5 = 85993 \text{ Н}.$$

Відстань між півформами в момент дії сили Q_ϕ :

$$H_4 = 0,9B = 0,9 \cdot 0,26 = 0,234 \text{ м}.$$

Відстань від центра колеса до центра кривошипа:

$$x_2 = \sqrt{R_k^2 - (R_k - H_4)^2} = \sqrt{0,535^2 - (0,535 - 0,234)^2} = 0,442 \text{ м}.$$

Крутний момент на кривошипному колесі:

$$M_{кр} = \left[85993 - \left(\frac{38520}{2} + 9800 + 15500 + 3500 + 15500 \right) \right] \cdot 0,442 = 9915 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Реакції опор в підшипниках A , B , C і D на дію зусилля формування:

$$R_C = Q_\phi - \left(\frac{G_{mp}}{2} + G_{ш} + G_{кам} + G_\phi \right) = 85993 - \left(\frac{38520}{2} + 9800 + 15500 + 3500 \right) = 37933 \text{ H};$$

$$R_D = 85993 - \left(\frac{38520}{2} + 15500 + 3500 + 15500 \right) = 32233 \text{ H};$$

$$R_B = \frac{37993 \cdot 0,76}{0,46} = 62771 \text{ H}; \quad R_A = 62771 - 37993 = 24778 \text{ H};$$

$$M_{mp1} = \frac{24778 \cdot 0,155 + 62771 \cdot 0,33 + 37993 \cdot 0,23 + 32233 \cdot 0,23}{2} \cdot 0,05 = 1018 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на кривошипному колесі 2:

$$P_{ок_2} = \frac{2(M_{кр} + M_{mp1})}{d_{k_2}} = \frac{2 \cdot (9915 + 1018)}{1,534} = 14254 \text{ H}.$$

Розпірне зусилля у зубчастому зчепленні колесо 2 – шестерня 7:

$$P_{рк_2} = P_{ок_2} \cdot \operatorname{tg} \beta = 14254 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 14254 \cdot 0,364 = 5188 \text{ H}.$$

Момент тертя в підшипнику E шестерні 7:

$$M_{mp4} = \frac{P_{рк_2} \cdot d_{eE}}{2} \cdot f = \frac{5188 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 16,2 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на зубчастому колесі 8:

$$P_{ок_8} = \frac{P_{ок_2} d_{ш_7} + 2M_{mp4}}{d_{к_8}} = \frac{14254 \cdot 0,273 + 2 \cdot 16,2}{0,672} = 5839 \text{ H}.$$

Розпірне зусилля у зчепленні колесо 8 – шестерня 3:

$$P_{рк_2} = P_{ок_8} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 5839 \cdot 0,364 = 2125 \text{ H}.$$

Момент тертя у підшипнику K колеса 8:

$$M_{mp5} = \frac{P_{рк_8} \cdot d_{eK}}{2} \cdot f = \frac{2125 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 6,7 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Момент тертя у підшипнику U шестерні 3:

$$M_{mp2} = \frac{P_{рк_8} \cdot d_{eU}}{2} \cdot f = \frac{2125 \cdot 0,085}{2} \cdot 0,05 = 4,5 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на черв'ячному колесі :

$$P_{чк} = \frac{2(P_{ок8} d_{ш3} + M_{mp5} + M_{mp2})}{d_{чк}} = \frac{2 \cdot (5839 \cdot 0,2 + 6,7 + 4,5)}{0,624} = 3779 \text{ Н}.$$

Розпірне зусилля у черв'ячному зчепленні:

$$P_{пч} = P_{чк} \cdot \operatorname{tg} 20^{\circ} = 3779 \cdot 0,364 = 1376 \text{ Н}.$$

Момент тертя в підшипнику V черв'ячного колеса:

$$M_{mp3} = \frac{P_{пч} \cdot d_{ш}}{2 \cdot 2} \cdot f = \frac{1376 \cdot 0,09}{2 \cdot 2} \cdot 0,05 = 1,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на валу електродвигуна:

$$N = \frac{2 \left(\frac{(9915 + 1018) \cdot 20 \cdot 25}{119 \cdot 84} + \frac{(16,2 + 6,7) \cdot 25}{84} + 4,5 + 1,6 \right) \cdot 970}{9740 \cdot 104 \cdot 0,55} = 1,95 \text{ кВт}.$$

3.4 Сили, що діють в ланках механізму приводу, і потужність на валу електродвигуна при русі з місця відведеної і перекинутої траверси

Сила T (рисунок 3.3) складається з ваги рухомих деталей машини:

$$T = \frac{G_{mp} + G_{ш}}{2} + G_{кам} + G_{ф}, \text{ Н}. \quad (3.23)$$

Складова сила T_1 , діюча на площину щоки станини, визначається з рівняння:

$$T_1 = T \cos \varphi_1. \quad (3.24)$$

Складова сила T_2 , діюча паралельно площини бігової доріжки щоки, визначається з рівняння:

$$T_2 = T \sin \varphi_1. \quad (3.25)$$

Щоб зрівноважити силу T_2 , необхідно прикласти рівну їй силу T_3 , направлену у бік руху траверси для закривання камер.

Для створення такої сили необхідно прикласти до шатуна силу:

$$T_4 = \frac{T_3}{\sin \varphi} = \frac{T_1}{\cos \varphi_2} = \frac{T_1}{\cos(\varphi - \varphi_1)} \quad (3.26)$$

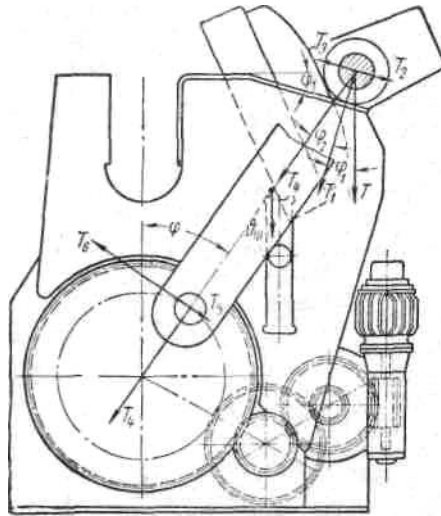


Рисунок 3.3. - Розрахункова схема приводу форматора-вулканізатора 55"

На кривошипі колеса висить шатун і створює силу:

$$T_5 = \frac{Q_{ш}}{2} \sin \varphi. \quad (3.27)$$

Щоб створити рівновагу на колесі 2, до його кривошипа слід прикласти силу :

$$T_6 = T_4 \operatorname{tg} \varphi + T_5. \quad (3.28)$$

Ця сила створює на кривошипному колесі крутний момент:

$$M_{кр} = T_6 R_{\kappa} \quad (3.29)$$

Від дії сили в підшипниках виникають реакції, величина яких визначається з рівнянь:

$$R_C = T_4; \quad R_D = T_4 + \frac{G_{ш}}{2}; \quad R_B = \frac{R_C l}{l_1} H; \quad R_A = R_B - R_C. \quad (3.30)$$

Сумарний момент тертя в підшипниках A, B, C і D :

$$M_{mp_1} = \left(\frac{R_A + R_A d_2 + R_C d_1 + R_D d_0}{2} \right) f \quad (3.31)$$

Лінійна швидкість V на колі кривошипа колеса 2:

$$V = \frac{2\pi \cdot R_{\kappa} n_{\partial}}{i_1 i_2 i_{\kappa} \cdot 60 \cdot 100} \quad (3.32)$$

Динамічна сила прискорення:

$$T_{\phi} = \frac{\left(\frac{G_{mp}}{2} + G_{ш} + G_{кам} \right) \sin \varphi_1 \cdot V}{g \cdot \sin \varphi_2 \cdot i_1 i_2 i_3 t_n} \quad (3.33)$$

Проведемо розрахунок, виходячи з попередніх даних.

Сила $T = \frac{31820 + 9800}{2} + 15500 + 3500 = 39810 \text{ Н}.$

Складова сила $T_1 = T \cos \varphi_1 = T \cos 15^\circ = 39810 \cdot 0,9659 = 38452 \text{ Н}.$

Складова сила $T_2 = T_1 \sin \varphi_1 = T \sin 15^\circ = 39810 \cdot 0,2588 = 10303 \text{ Н}.$

Сила $T_4 = \frac{T_1}{\cos(\varphi - \varphi_1)} = \frac{38452}{\cos(35^\circ - 15^\circ)} = \frac{38452}{0,9397} = 40919 \text{ Н}.$

Сила $T_5 = \frac{9800}{2} \sin 35^\circ = \frac{9800}{2} \cdot 0,5736 = 2811 \text{ Н}.$

Сила $T_6 = T_4 \operatorname{tg} 35^\circ + T_5 = 40919 \cdot 0,7 + 2811 = 31454 \text{ Н}.$

Крутний момент на кривошипному колесі 2:

$$M_{кр} = T_6 R_{кр} = 31454 \cdot 0,535 = 16828 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Реакції опор в підшипниках А, В, С і D :

$$R_C = 40919 \text{ Н}; \quad R_D = 40919 + \frac{9800}{2} = 45819 \text{ Н}; \quad R_B = \frac{40919 \cdot 0,76}{0,46} = 67605 \text{ Н};$$

$$R_A = 67605 - 40919 = 26686 \text{ Н}.$$

Сумарний момент в підшипниках А, В, С і D:

$$M_{мп_1} = \frac{26686 \cdot 0,155 + 67605 \cdot 0,33 + 40919 \cdot 0,23 + 45819 \cdot 0,23}{2} \cdot 0,05 = 1160 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на кривошипному колесі 2:

$$P_{ок_2} = \frac{2(M_{кр} + M_{мп_1})}{d_{k_2}} = \frac{2 \cdot (16828 + 1160)}{1,534} = 23452 \text{ Н}$$

Розпірне зусилля у зубчастому зчепленні колесо 2 – шестерня 7:

$$P_{рк_2} = P_{ок_2} \operatorname{tg} \beta = 23452 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 23452 \cdot 0,364 = 8537 \text{ Н}.$$

Момент тертя в підшипнику Е шестерні 7:

$$M_{mp_4} = \frac{P_{p\kappa_2} \cdot d_{6E}}{2} \cdot f = \frac{8537 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 26,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на зубчастому колесі 8:

$$P_{ок_8} = \frac{P_{ок_2} d_{u7} + 2M_{mp_4}}{d_{\kappa_8}} = \frac{23452 \cdot 0,273 + 2 \cdot 26,7}{0,672} = 9607 \text{ Н}.$$

Розпірне зусилля у зчепленні колесо 8 – шестерня 3:

$$P_{p\kappa_8} = P_{ок_8} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 9607 \cdot 0,364 = 3497 \text{ Н}.$$

Момент тертя у підшипнику K колеса 8:

$$M_{mp_5} = \frac{P_{p\kappa_8} \cdot d_{6K}}{2} \cdot f = \frac{3497 \cdot 0,125}{2} \cdot 0,05 = 10,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент тертя у підшипнику U шестерні 3:

$$M_{mp_2} = \frac{P_{p\kappa_8} \cdot d_{6U}}{2} \cdot f = \frac{3497 \cdot 0,085}{2} \cdot 0,05 = 7,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Колове зусилля на черв'ячному колесі :

$$P_{чк} = \frac{2(P_{ок_8} d_{u3} + M_{mp_5} + M_{mp_2})}{d_{чк}} = \frac{2 \cdot (9607 \cdot 0,2 + 10,9 + 7,4)}{0,624} = 6217 \text{ Н}.$$

Розпірне зусилля у черв'ячному зчепленні:

$$P_{pч} = P_{чк} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 6217 \cdot 0,364 = 2263 \text{ Н}.$$

Момент тертя в підшипнику V черв'ячного колеса:

$$M_{mp_3} = \frac{P_{pч} \cdot d_{6V}}{2 \cdot 2} \cdot f = \frac{2263 \cdot 0,09}{2 \cdot 2} \cdot 0,05 = 2,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на валу електродвигуна:

$$N = \frac{2 \left(\frac{(16828 + 1160) \cdot 20 \cdot 25}{119 \cdot 84} + \frac{(26,7 + 10,9) \cdot 25}{84} + 7,4 + 2,5 \right) \cdot 970}{9740 \cdot 104 \cdot 0,55} =$$

$$= 3,2 \text{ кВт}.$$

Отримані результати розрахунків за всіма попередніми припущеннями показують, що ланки механізму приводу під час формування покришок,

відкриванні затягнутих прес-форм та в початковий момент закривання камер мають навантаження значно нижчі за допустимі.

3.5 Розрахунок шатунів

Розрахунок шатунів ведеться по декількох перетинах. Найбільші напруження від сили P виникають в перетині $I-I$ (рисунок 3.4). У цьому перетині, окрім сили P , що розтягує шатун, діє сила тертя P_T , яка прикладена в найбільш небезпечному перетині і також розтягує шатун.

Для визначення напруг в перетині $I-I$ перенесемо силу P_T в точку A і скеруємо її вниз. Тоді:

$$\sigma_I = \frac{P}{F} + \frac{P_T}{F} = \frac{P + P_T}{F}, \quad (3.34)$$

де σ_I — напруження в матеріалі, Па ; P — сила, що розтягує шатун, Н ; $P_T = Pf$ — сила тертя, Н ; F — площа перетину тіла шатуна, м^2 ; f — коефіцієнт тертя ковзання.

Напруження в перетині $I-I$ можна виразити рівнянням:

$$\sigma_I = \frac{P + P_T}{F} \alpha. \quad (3.35)$$

Напруження в перетині $II - II$ визначаються з рівняння:

$$\sigma_{II} = \frac{P}{Hb}, \quad (3.36)$$

де H - ширина шатуна, м ; b' - товщина шатуна, м .

Подовження шатуна:

$$\Delta L = \frac{\sigma_{II} L}{E}. \quad (3.37)$$

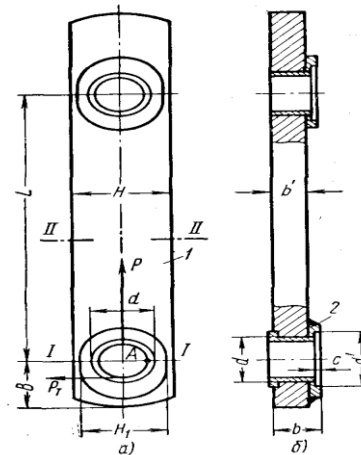


Рисунок 3.4. - Сили, що діють в шатунах

Вихідні дані для розрахунку: зусилля $P=2948500 \text{ Н}$.

Визначаємо силу тертя:

$$P_{mp} = P \cdot f = 2948500 \cdot 0,05 = 147425 \text{ Н}.$$

Площа у небезпечному перерізі:

$$F = 0,1 \cdot (0,47 - 0,25) + (0,135 - 0,1)(0,42 - 0,25) - 2 \cdot 0,004(0,325 - 0,25) = 273,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Відношення розмірів шатуна:

$$\frac{d}{H} = \frac{250}{470} \approx 0,53; \quad \frac{B}{H} = \frac{285}{470} \approx 0,6.$$

Коефіцієнт концентрації напруження $\alpha = 2,2$.

Найбільші напруження у перерізі I – I під час затягування прес-форм:

$$\sigma_I = \frac{2948500 + 147425}{273,5 \cdot 10^{-4}} \cdot 2,2 = 249 \text{ МПа}.$$

Такі напруження будуть лише в момент затягування прес-форм. Після вимкнення двигуна приводу силі тертя P_T буде знята.

Отже:

$$\sigma_I = \frac{2948500 \cdot 2,2}{273,5 \cdot 10^{-4}} = 237 \text{ МПа}.$$

Напруження в перерізі II-II:

$$\sigma_{II} = \frac{2948500}{0,47 \cdot 0,1} = 62,7 \text{ МПа}.$$

Подовження шатуна :

$$\Delta L = \frac{\sigma_{II} L}{E} = \frac{62,7 \cdot 1,885}{2,2 \cdot 10^5} = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

4 Розрахунок прес-форми

Для розрахунку і проектування прес-форми використовувалась система "ANSYS".

Вихідні дані:

- Модуль пружності сталі $E=2 \times 10^5$ МПа
- Коефіцієнт Пуассона сталі $\nu=0.3$
- Внутрішній тиск $Q=7$ МПа
- Межа міцності при розтягу $[\sigma_p]=460$ МПа
- Межа міцності при стисканні $[\sigma_c]=320$ МПа
- Внутрішня температура $t_b=80$ °C
- Зовнішня температура $t_3=20$ °C

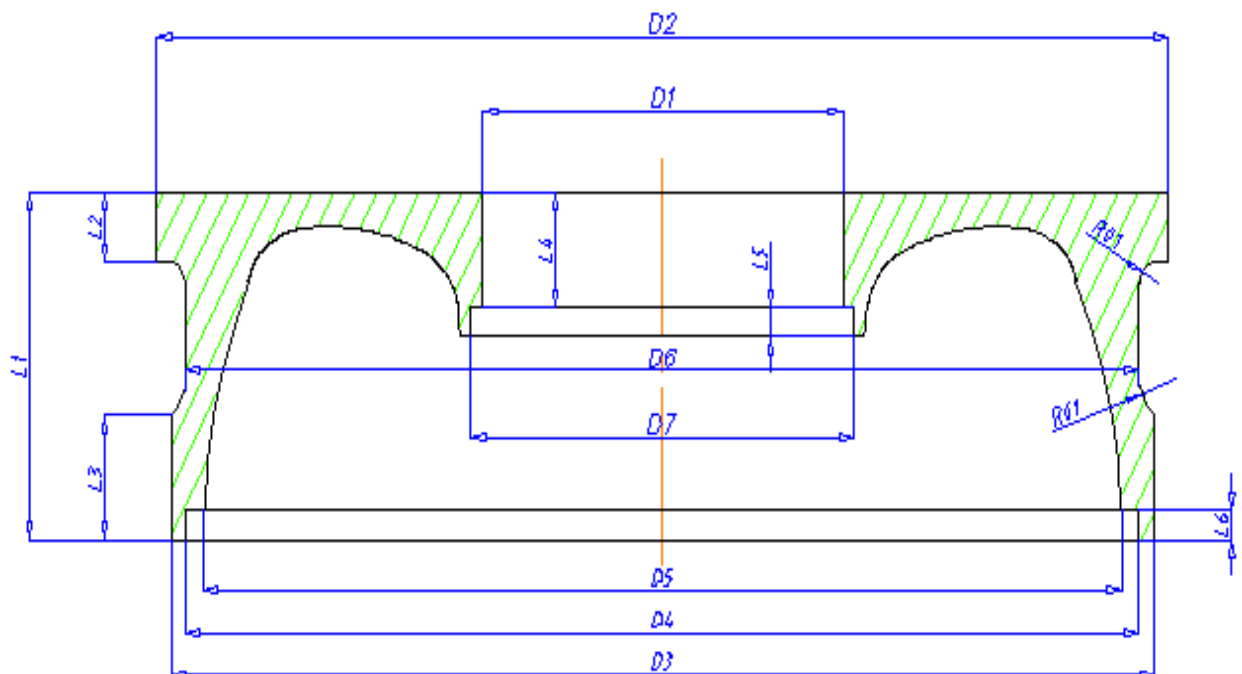


Рисунок 4.1. Ескіз прес-форми

Хід роботи

1. На першому етапі була розроблена програма на мові AutoLISP. Програма формує діалогове вікно (рис.4.2), яка дозволяє будувати двовимірну та тривимірну модель прес-форми. Лістинг програми виконаної в системі AutoLISP представлено в додатку.

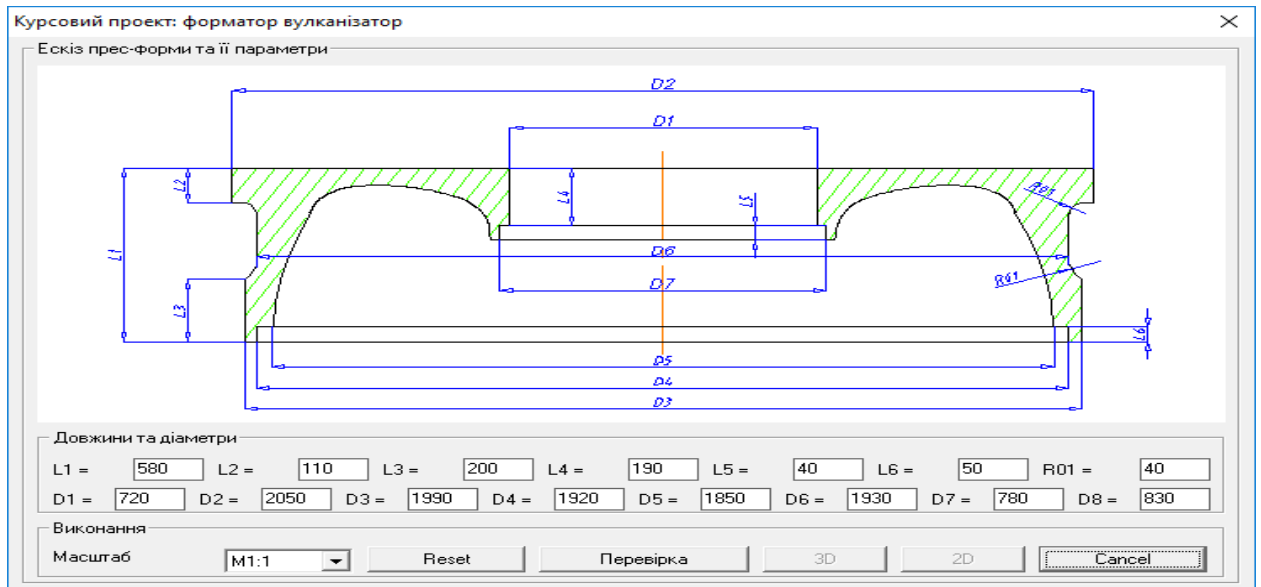


Рисунок 4.2. - Діалогове вікно програми

2. Побудовану за допомогою програми тривимірну модель гідроциліндра експортуємо в систему ANSYS для розрахунку методом скінченних елементів. В системі ANSYS розбиваємо тривимірну модель на частини для коректного навантаження конструкції.

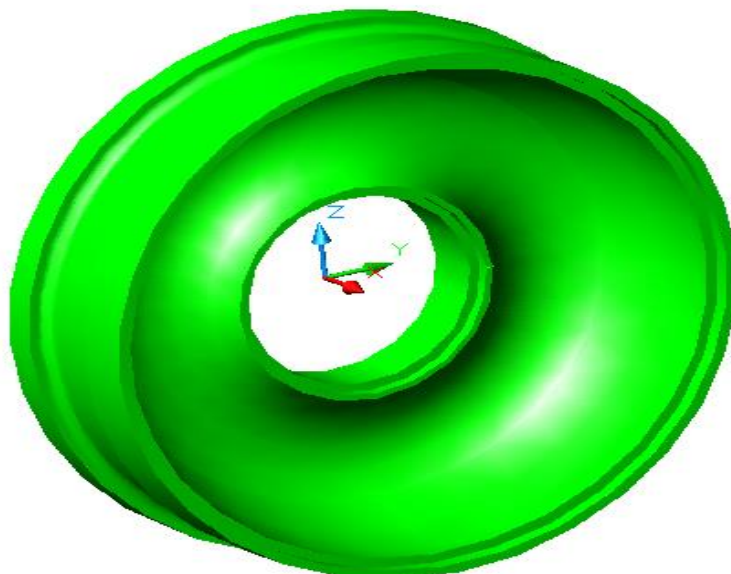


Рисунок 4.3. Тривимірна модель гідроциліндра.

3. Задаємо внутрішній тиск та закріплюємо конструкцію.

C: Static Structural
Static Structural

A Fixed Support
B Pressure: 7,e+005 Pa

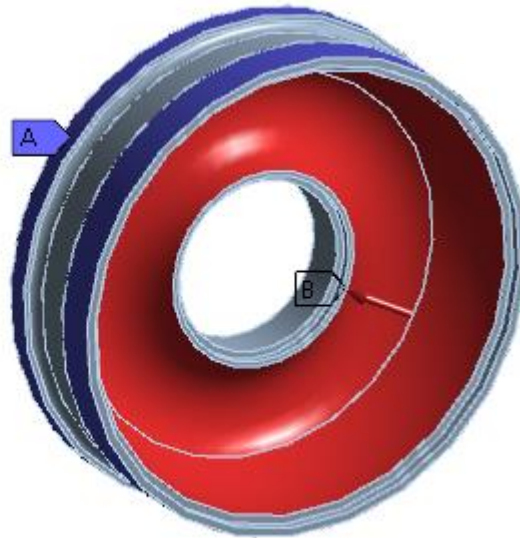


Рисунок 4.4. - Закріплення та навантаження

4. Результати розрахунку гідроциліндра в системі ANSYS представлені на рис.4.5, 4.6, 4.7, 4.8,.

C: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: Pa

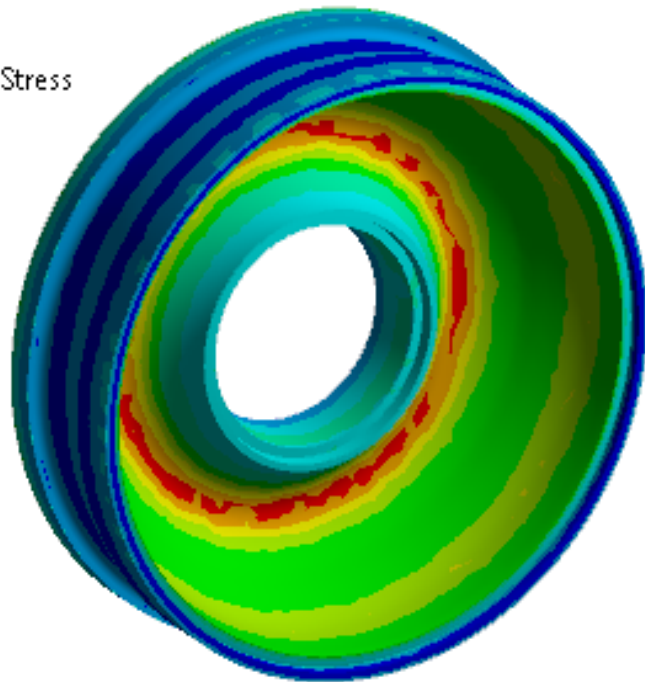
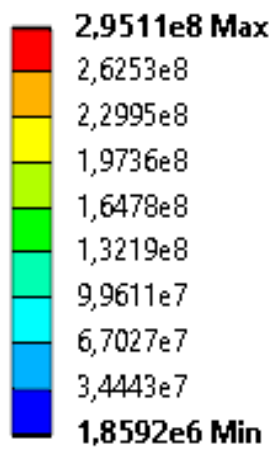


Рисунок 4.5. - Еквівалентні напруження

C: Static Structural

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: m

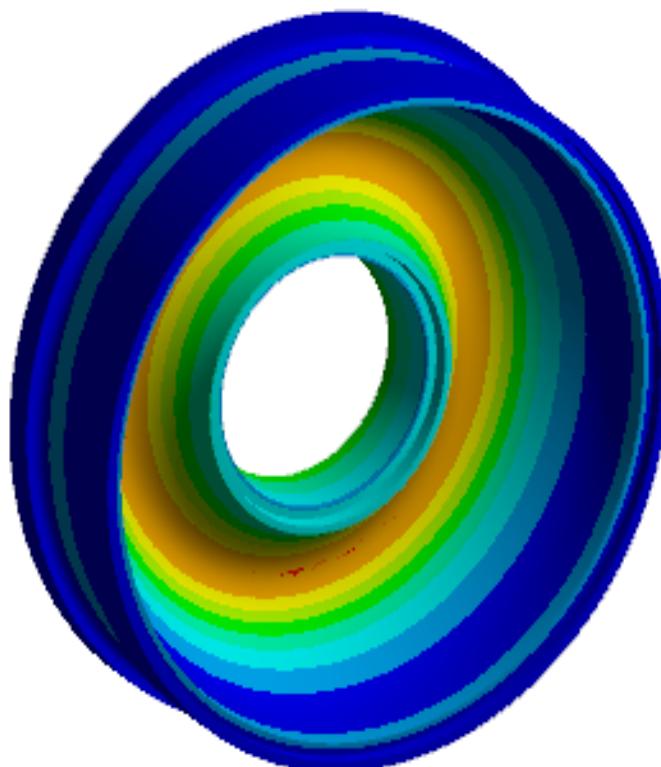
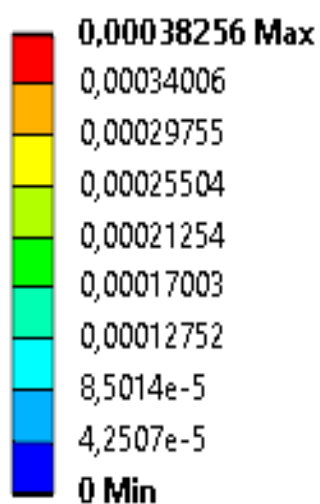


Рисунок 4.6. - Загальні деформації

C: Static Structural

Safety Factor

Type: Safety Factor

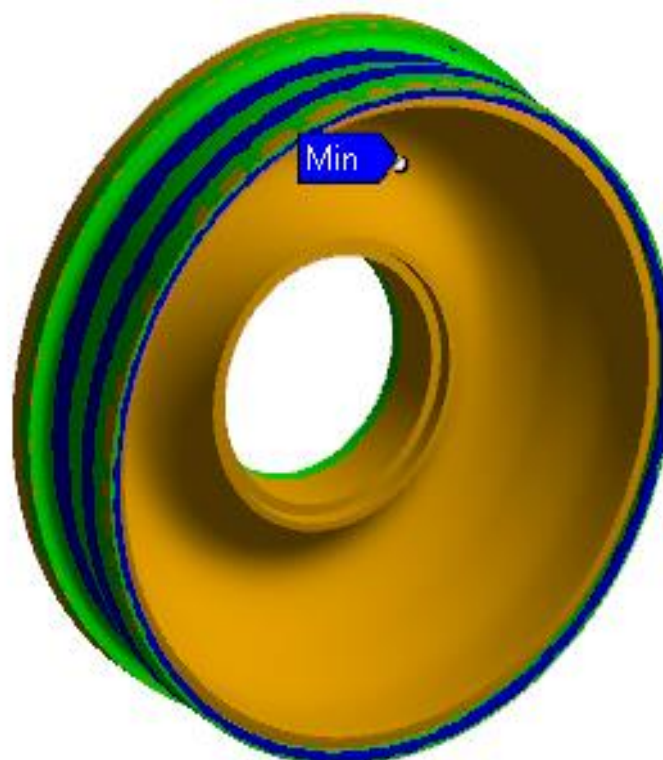


Рисунок 4.7. - Запас міцності

B: Steady-State Thermal

Temperature

Type: Temperature

Unit: °C

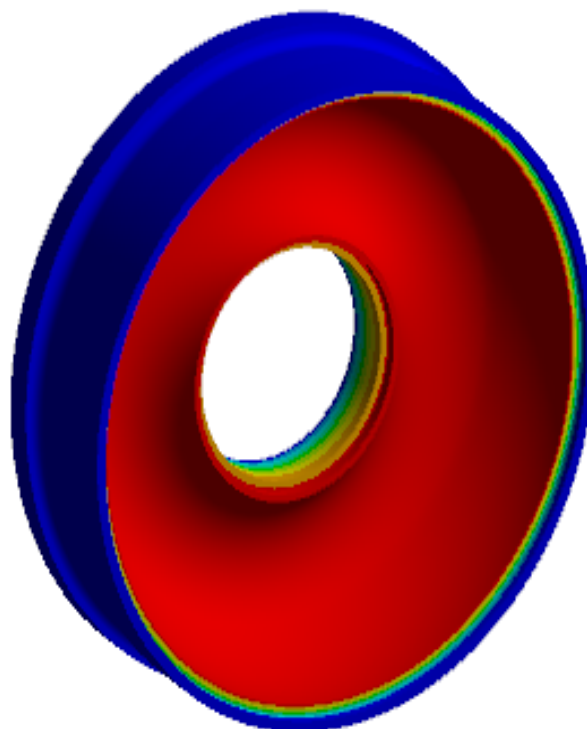
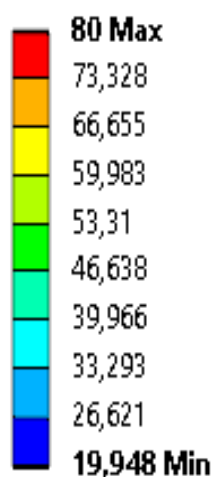


Рисунок 4.8. – Розподілення температури

Було проведено розрахунок при номінальному тиску 7 МПа, при цьому максимальне напруження дорівнює 295 МПа. Додатково було проведено температурні розрахунки, при внутрішній температурі 80°C та зовнішній 20°C. Матеріал з якого виконано корпус гідроциліндра Сталь 3. Ці дані дають можливість сказати, що прес-форма витримає робоче навантаження та температуру.

Додаток

Лістинг програми виконаної в системі AutoLISP

Створюємо діалогове окно:

```

dia_log :dialog{label="Диплом: форматор вулканізатор";
:boxed_column{label="Ескіз прес-форми та її параметри";
    :image{key="detal";color=black;width=100;aspect_ratio=0.5;}
:column{
    :boxed_column{label= "Довжини та діаметри";
:row{
    :edit_box {label="L1 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L1";}
    :edit_box {label="L2 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L2";}
    :edit_box {label="L3 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L3";}
    :edit_box {label="L4 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L4";}
    :edit_box {label="L5 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L5";}
    :edit_box {label="L6 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_L6";}
    :edit_box {label="R01 ="; edit_width=5; edit_limit=5;key = "_R01";}}
:row{
    :edit_box {label="D1 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D1";}
    :edit_box {label="D2 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D2";}
    :edit_box {label="D3 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D3";}
    :edit_box {label="D4 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D4";}
    :edit_box {label="D5 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D5";}
    :edit_box {label="D6 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D6";}
    :edit_box {label="D7 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D7";}
    :edit_box {label="D8 =";edit_width=5; edit_limit=5;key = "_D8";}}}}
:row{
:boxed_row{label= "Виконання";
    :popup_list {label="Масштаб";edit_width=10;key="MS";}
    :button{label="Reset";key="reset";}
    :button{label="Перевірка"; key="test";}
    :button{label="3D"; key="3D"; }
    :button{label="2D"; key="2D"; }

```

```

:button{label="Cancel"; key="cancel";is_default=true;}}}
}}

```

Текст програми:

```

(defun c:KP()
  (setq dir "C:/KP/lisp/")
  (data)
  (dial)
  (if (= st_dl 2) (progn (load (strcat dir "2d.LSP")) (c:2d)))
  (if (= st_dl 3) (progn (load (strcat dir "3d.LSP")) (c:3d)))
  (princ))
(defun data()
  (setq nab_ISH '("_L1" "_L2" "_L3" "_L4" "_L5" "_L6" "_R01"
    "_D1" "_D2" "_D3" "_D4" "_D5" "_D6" "_D7" "_D8"))
  (setq nab_RAZM '(580.0 110.0 200.0 190.0 40.0 50.0 40.0
    720.0 2050.0 1990.0 1920.0 1850.0 1930.0 780.0 830.0))
  (setq nab_ROB '("L1" "L2" "L3" "L4" "L5" "L6" "R01"
    "D1" "D2" "D3" "D4" "D5" "D6" "D7" "D8"))
  (setq masch 1)
  (mapcar '(lambda (ISH RAZM)(set (read ISH) RAZM)) nab_ISH
nab_RAZM))
(defun dial()
  (setq rf (load_dialog (strcat dir "dialog.DCL")))
  (new_dialog "dia_log" rf)
  ;Зчитування з файлу
  (if (findfile (strcat dir "Dan.txt")) (load (strcat dir "Dan.txt")))
  ;Виклик слайду
  (setq xmax (dimx_tile "detal") ymax (dimy_tile "detal"))
  (start_image "detal")
  (slide_image 0 0 xmax ymax (strcat dir "detal.sld"))
  (end_image)
  (foreach n nab_ISH (set_tile n (rtos (eval (read n)) 2 2)))
  (gas_ok 1)

```

```

(setq nab_mas '("M1:5" "M1:4" "M1:2,5" "M1:2" "M1:1"))
(setq nab_masch '(0.2 0.25 0.4 0.5 1.0))
  (start_list "MS")(mapcar 'add_list nab_mas)(end_list)
  (setq masch (nth 1 nab_masch)) (set_tile "MS" "4")
  (foreach n nab_ISH (action_tile n (strcat "(progn (setq " n " (atof
$value)))(gas_ok 1))))))
  (action_tile "MS" "(setq masch (nth (atoi $value) nab_masch)) ")
  (action_tile "reset" "(progn (data)(foreach n nab_ISH (set_tile n (rtos (eval (read
n)) 2 2))))")
  (action_tile "test" "(prov_vv)")
  (action_tile "2D" "(done_dialog 2)")
  (action_tile "3D" "(done_dialog 3)")
  (action_tile "cancel" "(done_dialog 0)")
  (setq st_dl (start_dialog))
  (if (> st_dl 0)
    (progn
      (setq f (open (strcat dir "dan.txt") "w"))
      (princ "(setq \n" f)
      (foreach n nab_ISH (princ (strcat " " n " " (rtos (eval (read n))) "\n" ) f))
      (princ ") \n" f)
      (close f)
      (if (= st_dl 3) (setq masch 1.0))
      (maschtab masch))))
    (defun gas_ok($k)(mode_tile "3D" $k) (mode_tile "2D" $k))
  (defun prov_vv()
    (setq prov 0)
    ...
    (if (= prov 0)
      (progn
        (alert "Помилок не виявлено")
        (gas_ok 0))))
  (defun maschtab ($ms)

```

```
(mapcar '(lambda (ROB ISH)(set (read ROB) (* (eval (read ISH)) $ms)))
nab_ROB nab_ISH )

(setq R1 (/ D1 2.0) R2 (/ D2 2.0) R3 (/ D3 2.0) R4 (/ D4 2.0) R5 (/ D5 2.0) R6 (/
D6 2.0) R7 (/ D7 2.0)))
```

Текст програми для побудови 2D креслення:

```
(defun C:2d()
  (command "_erase" "_all" "")
  (load "ramka.lsp")
  (format_ramka (+ D1 200) (+ L1 (* 2 D1)) 0 ms)
  (setq pi2 (/ pi 2) pi15 (* pi 1.5) pi30 (/ (* 5 pi) 12))
  (setq BP '(0 0))
  (setq P1 (polar BP pi2 R4)
    P2 (polar BP pi2 R3)
    P3 (polar P2 0 L8)
    P4 (polar P3 pi2 (- R2 R3))
    P5 (polar BP pi2 R2)
    P6 (Polar BP pi2 R1)
    P7 (polar P6 0 L2)
    P8 (polar P7 pi15 (- R1 R8))
    P9 (list (+ (nth 0 P8) (- L1 L2)) (- (nth 1 P8) (- R8 R9)))
    P10 (polar P9 pi15 (- R9 R5))
    p11 (polar P10 0 L11)
    p12 (list (+ (nth 0 P11) R01) (- (nth 1 P11) R01))
    p13 (polar P12 0 (- L7 R01 R01))
    p14 (list (+ (nth 0 P13) R01) (+ (nth 1 P13) R01))
    p15 (polar P14 0 L6)
    p16 (polar P15 pi15 (- R5 R10))
    p17 (polar P16 0 L5)
    p18 (polar P17 pi2 (- R5 R10))
    p19 (polar P18 0 L4))
```

```

p20 (polar P19 pi15 (- R5 R6))
p21 (polar P20 pi L9)
p22 (polar P21 pi15 (- R6 R7))
p23 (polar P22 pi L10)
p24 (polar P23 pi15 (- R7 R4 R02))
p25 (list (+ (nth 0 BP) (+ L3 R02)) (+ (nth 1 BP) (+ R4 R02)))
p26 (list (- (nth 0 P25) R02) (- (nth 1 P25) R02))
po1 (polar BP pi2 R11)
po2 (polar BP pi2 R12)
BP1 (polar BP 0 L)
BP2 (polar BP 0 (+ L R1 100))
c1 (polar BP2 pi30 R11)
c2 (polar BP2 pi30 R12)
DR1 (polar BP2 (dtr 25.) R1)
DR2 (polar BP2 (dtr 60.) R8)
DR3 (polar BP2 (dtr 85.) R9)
DR4 (polar BP2 (dtr 35.) R11)
DR5 (polar BP2 (dtr 125.) R12))

(setq click_BP (entlast))
(command "_layer" "_m" "osn" "_c" "white" "osn" "")
(command "_pline" P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 "_a" "_a" 90
P12 "_l" P13 "_a" "_a" 90 P14 "_L" P15
P16 P17 P18 P19 P20 P21 P22 P23 P24 P25 "_a" "_a" 90 P26 "_l"
P1 "")

(setq V1 (entlast))
(command "_mirror" V1 "" BP BP1 "")
(setq V2 (entlast))
(command "_layer" "_m" "shtr" "_c" "green" "shtr" "")
(command "_hatch" "_u" 45 10 "_n" V1 V2 "")
(command "_layer" "_m" "osn" "_c" "white" "osn" "")
(command "_line" p1 (sp p1) "")
(command "_line" p26 (sp p26) "")

```

```

(command "_line" p24 (sp p24) "")
(command "_line" p22 (sp p22) "")
(command "_line" p20 (sp p20) "")
(command "_circle" BP2 R1 "")
(command "_circle" BP2 R8 "")
(command "_circle" BP2 R9 "")
(command "_circle" BP2 R5 "")
(command "_circle" BP2 R6 "")
(command "_circle" BP2 R7 "")
(command "_circle" BP2 (+ R4 R02) "")
(command "_circle" BP2 R4 "")
(command "_circle" (polar BP2 (dtr 75.0) R11) R03 "")
(setq cir1 (entlast))
(command "_circle" (polar BP2 (dtr 75.0) R12) R04 "")
(setq cir2 (entlast))
(command "_array" cir1 cir2 "" "_P" bp2 12 360 "")
(command "_layer" "_m" "osi" "_lt" "center" "osi" "_c" "red" "osi" "")
(command "_circle" BP2 R11 "")
(command "_circle" BP2 R12 "")
(command "_pline" (polar BP2 pi R1) (polar BP2 0 R1) "")
(command "_pline" (polar BP2 pi2 R1) (polar BP2 pi15 R1) "")
(command "_pline" (polar BP pi (* L1 0.1)) (polar BP1 0 (* L1 0.1)) "")
(command "_line" (polar po1 pi (* L2 0.05)) (polar po1 0 L1) "")
(setq line1 (entlast))
(command "_line" (polar po2 pi (* L2 0.05)) (polar po2 0 L1) "")
(setq line2 (entlast))
(command "_mirror" line1 line2 "" BP BP1 "")
(command "_layer" "_m" "razm" "_c" "blue" "razm" "")
(command "dim")
(command "_ver" p6 (sp p6) (polar p6 pi 100) (strcat "%%c" (rtos _D1 2
0)))
(command "_ver" p5 (sp p5) (polar p6 pi 75) (strcat "%%c" (rtos _D2 2 0)))

```

```

(command "_ver" p2 (sp p2) (polar p6 pi 50) (strcat "%%c" (rtos _D3 2 0)))
(command "_ver" p1 (sp p1) (polar p6 pi 25) (strcat "%%c" (rtos _D4 2 0)))
(command "_ver" p19 (sp p19) (polar p19 0 85) (strcat "%%c" (rtos _D5 2
0)))
(command "_ver" p17 (sp p17) (polar p19 0 65) (strcat "%%c" (rtos _D10 2
0)))
(command "_ver" p20 (sp p20) (polar p19 0 45) (strcat "%%c" (rtos _D6 2
0)))
(command "_ver" p22 (sp p22) (polar p19 0 25) (strcat "%%c" (rtos _D7 2
0)))
(command "_hor" p6 p9 (polar p6 pi2 75)(strcat (rtos _L1 2 0)))
(command "_hor" p6 p7 (polar p6 pi2 50)(strcat (rtos _L2 2 0)))
(command "_hor" p5 p4 (polar p6 pi2 25)(strcat (rtos _L8 2 0)))
(command "_hor" p1 p26 (polar p26 pi15 40)(strcat (rtos _L3 2 0)))
(command "_hor" p10 p11 (polar p9 pi2 0)(strcat (rtos _L11 2 0)))
(command "_hor" p11 p14 (polar p9 pi2 0)(strcat (rtos _L7 2 0)))
(command "_hor" p14 p15 (polar p9 pi2 0)(strcat (rtos _L6 2 0)))
(command "_hor" p15 p18 (polar p9 pi15 10)(strcat (rtos _L5 2 0)))
(command "_hor" p18 p19 (polar p9 pi15 25)(strcat (rtos _L4 2 0)))
(command "_hor" p21 p20 (polar p22 pi15 30)(strcat (rtos _L9 2 0)))
(command "_hor" p23 p22 (polar p22 pi15 60)(strcat (rtos _L10 2 0)))
(command "_hor" (polar BP2 pi R1)(polar BP2 0 R1)(polar BP2 pi15 (+ R1
60))(strcat "%%c" (rtos _D1 2 0)))
(command "_hor" (polar BP2 pi R8)(polar BP2 0 R8)(polar BP2 pi15 (+ R1
45))(strcat "%%c" (rtos _D8 2 0)))
(command "_hor" (polar BP2 pi R9)(polar BP2 0 R9)(polar BP2 pi15 (+ R1
30))(strcat "%%c" (rtos _D9 2 0)))
(command "_ver" (polar BP2 pi2 R11)(polar BP2 pi15 R11)(polar BP2 0 (+
R1 50))(strcat "%%c" (rtos _D11 2 0)))
(command "_ver" (polar BP2 pi2 R12)(polar BP2 pi15 R12)(polar BP2 0 (+
R1 35))(strcat "%%c" (rtos _D12 2 0)))
(command "exit")

```

```

(command "_TEXT" (polar BP2 pi2 (+ R1 20)) 10 0 "Вид А" "")
(setq uk (list (+ (nth 0 BP) (+ L 10)) (+ (nth 1 BP) R1)))
; Шероховатость
(sher (polar p10 0 20) pi2 "6.3")
(sher (polar p12 0 20) pi2 "6.3")
(sher (polar (sp p25) 0 20) pi2 "6.3")
(vid uk 0 "А")
(ukvin P16 10 30 30 50 0 "Б")
(setq n 5)
(setq V (list (+ (nth 0 BP) 75) (- (nth 1 BP) (+ R1 50))))
  V1 (polar V 0 (* L5 n))
  V2 (polar V1 pi15 (* (- R5 R10 R05) n))
  V3 (list (+ (nth 0 V2) (* R05 n)) (- (nth 1 V2) (* R05 n)))
  V4 (polar V3 0 (* (- L5 R05) n))
  V5 (list (+ (nth 0 V4) (* R05 n)) (+ (nth 1 V4) (* R05 n)))
  V6 (polar V5 pi2 (* (- R5 R10 R05) n))
  V7 (polar V6 0 (* L5 n))
  V8 (polar V2 pi15 30)
  V9 (polar V5 pi15 50)
  E0 (polar V2 0 R05)
  ET (polar e0 (* 0.25 pi) 15))
(command "_-layer" "_m" "osn" "_c" "white" "osn" "")
(command "_pline" V V1 V2 "_a" "_a" 90 V3 "_l" V4 "_a" "_a" 90 V5 "_l" V6 V7 "")
(setq li1 (entlast))
(command "_spline" V V8 V9 V7 "" "" "")
(setq li2 (entlast))
(command "_-layer" "_m" "shtr" "_c" "green" "shtr" "")
(command "_hatch" "_u" 45 8 "_n" Li1 Li2 "")
(command "_-layer" "_m" "razm" "_c" "blue" "razm" "")
(command "_TEXT" (polar V1 pi2 (* (- R5 R10) n 2)) 10 0 "Б(М1:5)" "")
  (command "dim")
(command "_ver" V4 V6 (polar V7 0 40) (strcat (rtos (- (/ _D5 2) (/ _D10 2)) 2 0)))

```



```

(command "_hor" V1 V6 (polar V6 pi2 20)(strcat (rtos _L5 2 0)))
(command "exit")
(rad_arc E0 V2 V3 ET)
(perem_blok click_BP "BP" bp)
(command "_explode" (entlast))

```

Текст програми для побудови 3D креслення:

```

(defun C:3d()
  (command "_erase" "_all" "")
  (setq pi2 (/ pi 2.0))
  (setq BP '(0.0 0.0 0.0))
  BP1 (polar BP 0 L1)
  P1 (polar BP pi2 R1)
  P2 (polar BP pi2 R2)
  P3 (polar P2 0 L2)
  P4 (polar P3 (* 1.5 pi) (- R2 R6 R01))
  P5 (list (+ (car P4) R01) (- (cadr P4) R01))
  P6 (polar P5 0 (- L1 L2 L3 R01 R01))
  P7 (list (+ (car P6) R01) (+ (cadr P6) R01))
  P8 (polar P7 0 L3)
  P9 (polar P8 (* 1.5 pi) (- R3 R4))
  P10 (polar P9 pi L6)
  P11 (polar P10 (* 1.5 pi) (- R4 R5))
  P12 (list (- (car BP1) 460.0) (+ (cadr BP1) 810.0))
  P16 (polar P1 0 L4)
  P15 (polar P16 pi2 (- R7 R1))
  P14 (polar P15 0 L5)
  P13 (polar P14 pi2 (- R8 R7))
  C1 (list (+ (car BP) 360.0) (+ (cadr BP) 660.0))
  (command "_layer" "_m" "Color_Layer" "_c" "3" "Color_Layer" "")
  (command "_pline" P1 P2 P3 P4 "_a" "_a" 90 P5 "_l" P6 "_a" "_a" 90
P7 "_l" P8 P9 P10 P11 "_a" "_ce" BP1 P12 "_ce" C1 P13 "_l" P14 P15 P16 P1
"")
)

```

```
(setq kontur (entlast))  
(command "_revolve" kontur "" BP BP1 360 "")  
(command "_shademode" "f" ""))
```